

L'IMPÉRATIF ALIMENTAIRE

exposé du programme de cultures vivrières
subventionné par le
Centre de recherches pour le développement international



Le Centre de recherches pour le développement international, société publique créée en 1970 par une loi du Parlement canadien, a pour mission d'appuyer des recherches visant à adapter la science et la technologie aux besoins des pays en voie de développement ; il concentre son activité dans cinq secteurs : agriculture, alimentation et nutrition ; information ; santé ; sciences sociales ; et communications. Le CRDI est financé entièrement par le Parlement canadien, mais c'est un Conseil des gouverneurs international qui en détermine l'orientation et les politiques. Établi à Ottawa (Canada), il a des bureaux régionaux en Afrique, en Asie, en Amérique latine et au Moyen-Orient.

©Centre de recherches pour le développement international, 1981
Adresse postale : B.P. 8500, Ottawa, Canada K1G 3H9
Siège : 60, rue Queen, Ottawa

Ker, A.D.R.

CRDI, Ottawa CA

IDRC-143f

Impératif alimentaire : exposé du programme de cultures vivrières subventionné par le Centre de recherches pour le développement international. Ottawa, Ont., CRDI, 1981. 79 p. : ill.

/Publication CRDI/, /projets agricoles/, /CRDI/, /Amérique latine/, /Afrique/, /Asie/, /Moyen-Orient/, /Canada/ — /recherche agricole/, /formation agricole/, /sorgho/, /mil/, /triticale/, /légumineuses/, /graines oléagineuses/, /plantes-racines/, /systèmes de culture/.

CDU : 63.001.1

ISBN : 0-88936-247-5

Édition microfiche sur demande

This publication is also available in English

L'impératif alimentaire

*Exposé du programme de cultures vivrières
subventionné par le Centre de recherches
pour le développement international*

A.D.R. Ker

Sommaire

Avant-propos	3
Introduction	5
Les sorghos et les mils	9
Amérique latine et Canada	9
Afrique	11
Moyen-Orient	16
Asie	16
Plantes adventices	18
Le triticale	20
Canada et Amérique latine	20
Afrique	23
Asie	24
Oléagineux et légumineuses alimentaires	26
Amérique latine	26
Afrique	28
Moyen-Orient et Afrique du Nord	29
Asie	32
Tubercules alimentaires	35
Amérique latine et Canada	35
Afrique	40
Asie	41
Systèmes culturaux	45
Amérique latine	45
Afrique	48
Moyen-Orient	50
Asie	51
Le programme de cultures vivrières subventionné par le CRDI ..	55

Avant-propos

Que le Programme de cultures vivrières commande encore une grande partie du budget de la Division des sciences de l'agriculture, de l'alimentation et de la nutrition du Centre de recherches pour le développement international est, j'en suis sûr, entièrement justifiable. En effet, tous les peuples de la terre trouvent dans les plantes, qu'il s'agisse de céréales, de légumineuses, de plantes-racines, noix, fruits ou légumes, les éléments nutritifs qui fournissent l'énergie vitale nécessaire. Outre l'aide à plus de cent projets agricoles, la Division des SAAN a contribué à la création et à l'établissement de deux centres de recherche agricole internationaux dont la principale fonction est de mettre en valeur les cultures négligées jusqu'à présent. Elle a encouragé et aidé les réseaux internationaux de recherche sur la polyculture ainsi que sur les cultures des zones semi-arides, notamment le manioc et le triticales. La Division a également réussi à établir la coopération entre des chercheurs de plusieurs universités canadiennes et leurs collègues de centres internationaux ou de programmes de pays en développement, et les Canadiens intéressés à la recherche pure ont été mis en relation avec les scientifiques étrangers travaillant dans le domaine de la recherche appliquée.

La présente publication expose brièvement les travaux qui ont été soutenus, expérimentés et réalisés depuis 1971, alors que le directeur associé fondait le Programme des cultures vivrières. Elle fait partie d'une série d'ouvrages rédigés par des employés du CRDI sur les diverses activités de la Division des SAAN. Parmi les titres déjà publiés, « AFNS : the First Five Years », « Des arbres et des hommes », « Les fermes de la mer », et « Removing Constraints to Small Farm Production : the Caqueza Project », etc.

Une brochure ne permet malheureusement pas de s'étendre sur les efforts et les réalisations des scientifiques de plusieurs pays qui ont participé à la réalisation des projets. Cependant, on peut obtenir de plus amples renseignements en s'adressant aux directeurs de projets dont les noms et adresses sont mentionnés dans la liste des projets en dernière partie de l'ouvrage.

Mes collègues et moi restons à la disposition de tous les intéressés qui peuvent nous écrire aux adresses suivantes :

Hugh Doggett
c/o Department of Agriculture
(Research)
1 Sarasevi, Mawatha
Peradeniya, Sri Lanka

Nicola Mateo
Centro Internacional de
Investigaciones para el
Desarrollo (CIID)
Apartado Aéreo 53016
Bogota, D.E., Colombia

Andrew Ker
IDRC
P.O. Box 8500
Ottawa, Canada
K1G 3H9

Fawzy Kishk
IDRC
7 Aflaton Street
Heliopolis
Cairo, Egypt

Joseph H. Hulse

Directeur

*Division des sciences de l'agriculture,
de l'alimentation et de la nutrition*

CRDI

Introduction

C'est en 1974 que le monde connut une grave crise alimentaire. Cette situation résultait de la coïncidence de divers facteurs, notamment plusieurs années de mauvais temps en Russie, en Chine, en Inde, en Asie du Sud-Est, en Australie et en Afrique sahélienne et la soudaine escalade des prix du pétrole en 1973, dont la conjugaison a provoqué une poussée inflationniste à l'échelle mondiale. En Afrique sahélienne, la famine a tué plusieurs centaines de milliers de personnes, directement ou indirectement, malgré les millions de tonnes de vivres distribués dans le cadre des programmes d'aide alimentaire. Cette pénible situation a été dénoncée publiquement à Rome lors de la Conférence mondiale de l'alimentation que les Nations Unies ont tenue la même année.

Avec le retour des pluies, de 1975 à 1977, les stocks de vivres ont partout été reconstitués presque entièrement et les prix des denrées ont progressivement diminué. Malgré cela, environ deux tiers de la population des pays en développement, soit un tiers de milliard d'habitants, étaient sous-alimentés selon l'IFPRI, Institut de recherches pour une politique internationale de l'alimentation. Les Nations Unies ont dressé la liste des 38 pays les plus sérieusement affectés. Ces pays défavorisés dont le taux de natalité est le plus élevé du monde, ne disposent pas des devises étrangères nécessaires à l'achat de vivres. Ils sont les plus menacés par la famine et la sous-alimentation générale et par conséquent, ils ont le plus besoin d'une aide spéciale.

Il existe dans plusieurs pays en développement des disparités de richesse entre une petite élite et une multitude de très pauvres qui habitent les bidonvilles et les campagnes les plus arides. Les moyennes d'aliments consommés par habitant que nous révèlent les statistiques dissimulent la réalité car en fait, il y a peu de rassasiés mais un grand nombre d'affamés.

Dans les années 1950 et au début de 1960, plusieurs personnes croyaient que les surplus de blé des pays exportateurs comme le Canada ou les États-Unis pouvaient suffire à satisfaire une grande partie des besoins alimentaires des pays en développement. Il a tout de suite été évident que les premiers ne pourraient continuer à nourrir une partie de la population du monde et qu'en outre, les stocks de céréales distribués gracieusement ou vendus à des prix très bas entraînaient une diminution des prix sur le marché des pays bénéficiaires. Les fermiers n'avaient donc aucun ou peu d'encouragement à produire plus que pour leur subsistance et plus grave encore, l'achat des engrais ou de l'équipement requis pour augmenter la production n'était plus rentable. En conséquence, la production locale descend souvent à des niveaux si bas que les pays dépendent de plus en plus de l'aide extérieure.

L'Inde compte parmi les nations bénéficiaires les plus privilégiées des années 1950. Mais elle a réussi tout dernièrement à augmenter considérablement sa production céréalière, grâce à l'adoption de méthodes améliorées. Le redressement de la situation est dû principalement au gouvernement qui a décidé, au début des années 1960, de payer aux fermiers un prix raisonnable pour leurs récoltes et de prendre toutes les mesures nécessaires pour encourager l'augmentation de la production. Associées à l'introduction de variétés de blé et de riz à rendement élevé et à l'adoption de façons culturales efficaces, ces politiques ont conduit le pays à l'autosuffisance alimentaire.

L'exemple de l'Inde démontre que même si les secours d'urgence devront toujours être mis à la disposition des pays menacés par la famine et que les réserves alimentaires devront toujours être maintenues pour faire face à une période de mauvaises récoltes, la plus haute priorité doit être accordée à l'accroissement de la production vivrière dans les pays en développement.

La principale mission que le CRDI s'est donnée lors de sa création est de promouvoir la recherche effectuée par les scientifiques des pays en développement pour résoudre leurs propres problèmes. Les études de la Division des SAAN concernent donc l'agriculture et la sylviculture, l'élevage du bétail et du poisson ainsi que leur transformation en produits pour l'alimentation humaine. Et lorsque le Programme des cultures vivrières a été mis en œuvre en 1971, il a été décidé de mettre au premier rang la recherche visant à augmenter la production alimentaire et à améliorer les cultures vivrières dans les pays en développement.

Le chercheur en agriculture doit posséder deux qualités essentielles : l'enthousiasme et la ferme détermination de résoudre un problème donné, ainsi qu'une solide formation scientifique doublée d'une expérience pratique. Pour découvrir les scientifiques qui correspondent à ce profil, le Centre s'adresse d'abord aux instituts de recherche nationaux ; ensuite, il aide les chercheurs dans leurs travaux ; il leur offre une formation plus poussée qui leur permet d'acquérir de nouvelles connaissances ; il les aide à se procurer du matériel végétal et à être informés des dernières découvertes en recherche agricole ; enfin, le CRDI organise des séminaires et des visites pour réunir les chercheurs. Ces rencontres constituent un élément distinctif du Programme. Cependant, pour que la recherche agricole soit positive dans un pays donné, il faut que ce dernier ait l'intention et la capacité de fournir aux scientifiques l'infrastructure nécessaire à la recherche et au développement de l'agriculture.

C'est dans les pays à faible PNB et à taux élevé d'analphabétisme qu'il est le plus difficile de réunir les conditions favorables à la recherche, ce qui signifie qu'on trouve au même endroit les besoins les plus pressants et les problèmes les plus graves. Ces pays manquent de scientifiques et de techniciens et c'est peut-être là la contribution la plus importante du CRDI, lorsqu'il alloue des fonds pour la formation de jeunes scientifiques et techniciens dans le cadre de ses projets de recherche. Il peut s'agir d'un stage de quelques mois dans une institution locale, dans le cas d'un jeune technicien ou scientifique ou d'études supérieures au Canada ou dans un autre pays pour un diplômé en sciences. Chaque fois que possible, on prend

des arrangements avec les universités pour que les travaux de recherche des stagiaires comptent pour la préparation d'une thèse. Étant donné que l'ACDI, Agence canadienne de développement international, s'occupe de la formation des étudiants du premier cycle, le CRDI ne s'intéresse qu'aux études supérieures, au niveau de la maîtrise et du doctorat, dans le cadre des projets qu'il subventionne.

Cependant, comme la formation d'un scientifique dure plusieurs années, les institutions aidées par le Centre doivent quelquefois recourir aux services d'un expert étranger pour conseiller l'équipe dirigée par un autochtone. Et pour que tous les scientifiques travaillant à des études de même nature puissent échanger leurs découvertes, le CRDI établit des réseaux entre les chercheurs des divers pays producteurs des céréales étudiées.

Les CRAI, Centres de recherche agricole internationaux, sont l'une des grandes réussites dans le domaine des réseaux de recherche. L'IRRI, Institut international de recherches sur le riz et le CIMMYT, Centre international d'amélioration du maïs et du blé ont été les deux premiers centres à être fondés, le premier aux Philippines, et le second au Mexique. C'est à ces deux institutions que l'on doit les variétés de riz et de blé à rendement élevé qui ont contribué à lutter contre la famine des années 1960 et du début des années 1970. Depuis, plusieurs autres centres ont été établis, certains avec l'assistance du CRDI et leur mission est d'améliorer les autres cultures les plus importantes au monde. Ces organismes ont institué des relations amicales et professionnelles avec les responsables des programmes nationaux d'amélioration des cultures et ils ont ainsi pu assurer la direction efficace des réseaux de recherche concernant les cultures et les systèmes cultureux qui font l'objet de leur spécialisation. Surtout dans l'échange d'informations et de matériel génétique, ainsi que dans la formation, les centres internationaux ont réussi à fournir aux programmes nationaux de recherche des encouragements et une aide scientifique assez importante pour leur permettre de participer efficacement aux activités des réseaux.

Ces efforts se sont traduits par le développement progressif d'une association tripartite entre le CRDI et d'autres organismes donateurs par laquelle des fonds sont mis à la disposition de la recherche effectuée dans le cadre des programmes nationaux coordonnés sur le plan scientifique par les CRAI. Cet agencement s'est avéré très efficace pour l'accélération de la recherche alimentaire dans le monde en développement.

Les réseaux auxquels le CRDI prête assistance intéressent cinq grands domaines : les sorghos et les mils, le triticales, les oléagineux et les légumineuses alimentaires, les tubercules alimentaires et les systèmes cultureux.

Les sorghos et les mils comptent parmi les céréales les plus cultivées au monde. C'est la nourriture de base de centaines de millions d'habitants parmi les plus pauvres qui vivent dans les régions semi-arides d'Afrique et de l'Inde où les récoltes sont incertaines et la famine généralisée.

Le triticales est une céréale qui semble vouloir remplacer avantageusement le blé sur les terres marginales où ce dernier pousse difficilement, telles les régions montagneuses ou les sols sableux et acides. Fruit du

croisement du blé et du seigle, cet hybride est la première céréale artificielle. Et grâce aux recherches extraordinairement fructueuses du Canada et du Mexique, effectuées en participation par l'Université du Manitoba et le CIMMYT, le triticales a fait des progrès remarquables. Il est aujourd'hui bien adapté dans certaines parties de l'Inde, de l'Afrique de l'Est et de l'Amérique latine.

Les oléagineux et les légumineuses alimentaires constituent un autre groupe particulièrement important pour les populations des régions tropicales et semi-arides. En effet, ils sont une source essentielle d'huile et de protéine et ils contribuent à l'équilibre amino-acide du régime alimentaire. Le niébé et le pois d'Angole, le pois chiche, la grosse fève ainsi que les lentilles sont des cultures qui ont été peu étudiées dans le passé et pourtant, elles pourraient donner lieu à de nouvelles variétés mieux adaptées, à rendement plus élevé.

Les tubercules alimentaires tropicaux, eux aussi relativement négligés, sont également prioritaires dans le Programme des cultures vivrières. Le sorgho est l'une des plus importantes parce qu'il constitue l'aliment de base pour environ 300 à 500 millions d'habitants des tropiques humides. Cette céréale a aussi un potentiel considérable d'amélioration au niveau des rendements.

Dans les régions les plus peuplées du monde, surtout en Asie du Sud et du Sud-Est où on cultive le riz et où plane constamment la menace de la famine, il est impératif d'intensifier la production en améliorant les systèmes cultureux. Les agriculteurs des tropiques humides pratiquent souvent la double récolte de riz ou autre céréale de culture sèche sur un même lopin de terre, au cours de la même année, en association ou en succession. Outre le programme de systèmes cultureux dont le riz est la principale composante, divers projets sur les cultures sèches sont effectués en Amérique latine et en Afrique en vue de tenter de résoudre les graves problèmes posés par l'abandon des méthodes séculaires de l'agriculture itinérante.

La recherche fondamentale nécessaire à la recherche appliquée constitue l'une des micro-composantes du programme du CRDI des plus importantes; à titre d'exemple, la détermination de la résistance à la sécheresse, l'établissement d'une collection de matériel génétique de manioc, la création de stimulants artificiels pour la germination d'adventices parasites et, à l'instar du triticales dont le croisement a été réussi, l'hybridation du maïs et du sorgho. Une grande partie de ces études est réalisée dans des institutions canadiennes. A la demande de l'ACDI, le CRDI administre plusieurs de ces travaux ainsi que des études effectuées dans le cadre du réseau de recherche sur le triticales et les tubercules alimentaires que l'Agence subventionne.

Les chapitres suivants décrivent les cinq principaux réseaux de recherche qui bénéficient d'une aide financière du Centre. Les études sont regroupées par pays, commençant par les Amériques et continuant vers l'est, soit l'Afrique, le Moyen-Orient et l'Asie.

Les sorghos et les mils

Les sorghos (*Sorghum bicolor*) et les mils sont des céréales herbacées à petites graines. Il existe plusieurs espèces de mils, notamment le mil à chandelle (*Pennisetum americanum*) et le coracan (*Eleusine coracana*) qui comptent parmi les plus importantes. Plus résistant que le maïs, le sorgho est surtout cultivé dans les régions semi-arides, sans irrigation et le CRDI a placé l'amélioration de ces graminées alimentaires au premier rang. Un réseau de projets réalisés par des scientifiques de pays en développement a été établi et le Centre a également contribué substantiellement à la création d'ICRISAT, Institut international de recherches sur les cultures des zones tropicales semi-arides, le nouveau centre de recherche d'Hyderabad (Inde).

L'ICRISAT est aujourd'hui une institution à vocation mondiale spécialisée dans l'amélioration du sorgho, du mil à chandelle, du pois d'Angole, du pois chiche et de l'arachide. L'Institut s'intéresse également aux systèmes cultureux et aux études socio-économiques qui font l'objet de programmes de recherche. Il était donc logique de lui confier la coordination du réseau de recherches sur l'amélioration du sorgho et du mil mis en œuvre dans les régions tropicales semi-arides.

Amérique latine et Canada

Le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT) a effectué en Amérique centrale un modeste projet de recherche sur l'amélioration du sorgho en haute altitude, comme complément de son grand programme sur le maïs et le blé. Parce qu'il dispose de stations de recherche à basse et haute altitude, CIMMYT a réussi à croiser des variétés de haute altitude provenant de l'Éthiopie ou d'autres régions semblables, résistant au froid, tardives, photosensibles avec du matériel génétique plus performant, hâtif et insensible à la lumière provenant des États-Unis et d'ailleurs. Cette approche a permis de créer une gamme de matériel adapté aux températures froides qui pourrait servir à des sélections plus poussées dans les pays où le sorgho se cultive en altitude, comme l'Éthiopie, le Kenya, l'Ouganda et le Rwanda. Ces réalisations permettent également d'envisager la possibilité d'introduire la culture du sorgho dans les régions à haute altitude de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud.

Pour soutenir les recherches appliquées effectuées dans les pays en développement sur l'amélioration des sorghos et des mils, le CRDI confie des recherches fondamentales à des grands laboratoires des pays industrialisés afin de tenter de résoudre les problèmes reliés aux facteurs limitants de la production. Comme il s'agit presque toujours du manque d'eau dans ces régions semi-arides, deux universités canadiennes étudient la résistance à la sécheresse. À l'université Laval, on examine des méthodes



Des chercheurs du CIMMYT sélectionnent des variétés de sorgho résistant au froid pour la culture en altitude des Amériques centrale et du Sud et de l'Afrique de l'Est.

pour la sélection de grandes quantités de matériel génétique sur le plan résistance à la sécheresse chez les jeunes plants, en collaboration avec une recherche sur la sélection du sorgho effectuée à Bambey (Sénégal), décrite plus loin. A l'Université de Saskatchewan à Saskatoon, une approche plus fondamentale a été adoptée pour l'étude des diverses hormones influant sur le mécanisme de la tolérance à la sécheresse, sur leur équilibre et leur interaction. Malgré la complexité de ce domaine de recherche, on a réussi à déterminer et quantifier certaines hormones, ce qui a donné lieu à la création d'une méthode qui pourrait peut-être servir à déterminer le degré de résistance à la sécheresse du matériel génétique.

Un autre projet conduit par le Laboratoire de recherches des Prairies à Saskatoon consistait en un travail préliminaire très utile sur l'exploration du croisement du maïs avec le sorgho en utilisant des techniques modernes de culture de tissus. (Le scientifique indien qui a mené cette recherche à Saskatoon a l'intention de poursuivre ses travaux à l'Université agricole de Punjab à son retour au pays.) On pense que si cette opération réussit, le nouvel hybride pourrait combiner quelques-unes des propriétés les plus intéressantes du sorgho et du maïs. La dureté, la résistance à la sécheresse et à la maladie du sorgho associées au rendement élevé et à la résistance aux oiseaux du maïs pourraient donner une céréale de grande valeur.

Afrique

C'est à Bambey, ville située à environ 120 kilomètres de Dakar, que se trouve la principale station de recherche de l'ISRA, Institut sénégalais de recherches agricoles.

L'objet initial de la recherche sur la sélection du sorgho subventionnée par le CRDI à Bambey a été de sélectionner des cultivars de sorgho à maturité moyenne susceptibles de suppléer et peut-être remplacer éventuellement les variétés tardives cultivées traditionnellement au sud de Bambey. Ces variétés photosensibles de haute taille ne mûrissaient pas avant la fin de la saison des pluies alors que la terre était devenue trop dure pour effectuer le travail du sol pour la saison suivante. Comme les fermiers ne pouvaient labourer qu'après le début des pluies en juillet, la plantation était retardée et les récoltes suivantes étaient de beaucoup inférieures à celles qui avaient été semées plus tôt.

Des progrès rapides ont été enregistrés, surtout avec le matériel hâtif à cycle de 100 jours. Quelques nouvelles lignées prometteuses ont donné jusqu'à huit tonnes par hectare sur une petite parcelle et elles pouvaient déjà être expérimentées chez les fermiers moins de quatre ans après le début du programme. On a aussi réussi à introduire dans ce matériel la résistance à la moisissure qui est l'un des problèmes des récoltes effectuées avant la fin des pluies.

Parmi les facteurs limitants de la recherche agricole dans les pays de l'Afrique de l'Ouest francophone, il faut mentionner la pénurie de scientifiques autochtones. On a donc préparé en cours de projet un stage de formation technique pour 14 étudiants de plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest. Après avoir suivi des cours à l'université Laval (Canada), ils ont fait un stage de trois mois à Bambey pendant deux ans consécutifs, pour effectuer les travaux pratiques requis pour l'obtention d'une maîtrise en sciences. Cette formule avait l'avantage de combiner un programme d'études rigoureux dans une université de l'Amérique du Nord avec des travaux de recherche dans un environnement presque identique à celui de leur pays d'origine.

La recherche sur le sorgho effectuée à la station de recherche Serere de l'EAAFRO, Organisation de recherches forestières et agricoles de l'Afrique orientale, en Ouganda, a été projetée pour créer des variétés hybrides de sorgho améliorées à grains blancs et à grains bruns qui répondent aux besoins des populations de l'Afrique de l'Est. Les travaux ont ensuite été étendus à une autre céréale importante, l'éleusine (*Eleusine coracana*). Cette recherche dirigée par des scientifiques ougandais a été fructueuse et elle a débouché sur des hybrides et des cultivars de sorgho à rendement élevé qui ont été ensuite expérimentés en Afrique de l'Est. Certaines sélections à beaux grains, populaires chez les agriculteurs, ont donné jusqu'à sept tonnes par hectare sur de petites parcelles. Des semences d'éleusine ont été expédiées d'Ouganda aux États-Unis où elles ont été irradiées pour provoquer des mutations. Réexpédiées en Ouganda pour être cultivées, ces semences ont donné des individus mâles stériles. Ce mutant, utilisé aujourd'hui pour former des populations se reproduisant au hasard, est susceptible d'amélioration sur le plan rendement, résistance

à la verse et à la maladie. On a également créé un type à grains blancs qui pourrait être intéressant pour certaines régions.

Une autre étude réalisée à l'université Makerere d'Ouganda visait à associer des travaux de sélection, d'agronomie et de physiologie du sorgho, de l'éleusine et du pois d'Angole pour étayer le projet de sélection de Serere. L'un des plus importants objets de ce projet a été d'aider à la constitution de capacités de recherche autochtones en permettant à des étudiants diplômés d'acquérir une formation en cours de projet. Douze étudiants ont pu ainsi obtenir une maîtrise en sciences et l'un d'entre eux, le sélectionneur, dirige aujourd'hui les recherches de Serere. Quatre autres étudiants ont décidé de poursuivre leurs études jusqu'au doctorat, le premier à Makerere, le second à l'Université de Nairobi, où il est responsable des études sur le pois d'Angole subventionnées par le CRDI; les deux autres sont dans des universités de l'Amérique du Nord.

Un autre important volet de ces études a été l'examen des divers mélanges de sorgho, d'éleusine et de pois d'Angole souvent produits en cultures associées en Afrique de l'Est. Les expériences ont révélé que la production totale de deux cultures associées est généralement plus élevée que celle d'une monoculture. À titre d'exemple, le sorgho et le haricot en culture associée ont donné un rendement de 55 % supérieur à la production de chaque plante cultivée séparément. D'après les études physiologiques, l'accroissement du rendement serait probablement dû au fait que les ressources environnementales disponibles sont mieux utilisées dans la première formule que dans la seconde, surtout lorsque la maturité de chaque culture se produit à des périodes différentes. En d'autres termes, dans une association sorgho + haricot, les fèves mûres peuvent être récoltées au moment où les plants de sorgho sont encore jeunes; cette récolte hâtive ne concurrence donc pas celle du sorgho qui mûrit plus tard. Il est possible aussi que la capacité des légumineuses de fixer l'azote puisse contribuer à alimenter les deux cultures. Un autre avantage de la culture associée, qui maintient la couverture végétale, est de protéger le sol de l'érosion pluviale et de l'invasion des mauvaises herbes.

Un projet semblable réalisé en Tanzanie, à l'Université de Dar-es-Salaam, a été établi pour étudier la culture intercalaire en fonction des conditions locales. Ce projet portait sur une gamme de cultures dont le sorgho, le mil à chandelle, le maïs, le soja et le niébé. Cependant, parce que l'équipe de recherche de l'Université avait peu d'expérience pratique, les recherches ont été organisées de manière à favoriser d'une part la création d'un solide programme expérimental sur le terrain de la faculté, et d'autre part, la formation de diplômés aptes à devenir chercheurs à l'Université même ou dans les services de recherche de la Tanzanie.

On a réussi, avec l'aide d'un conseiller canadien, à sélectionner des cultivars améliorés de toutes ces céréales pour leur emploi en monoculture et en polyculture en Tanzanie et on a de même déterminé les associations de cultivars les plus efficaces avec certains engrais et insecticides. Une démonstration des résultats organisée pour le Premier Ministre et d'autres ministres par les scientifiques tanzaniens a convaincu les autorités de l'importance de la polyculture dans ce pays où jusqu'à récemment, on n'encourageait officiellement que la monoculture.



Modèle de culture intercalaire associant sorgho et patates douces.

La démonstration du potentiel du sorgho comme graminée alimentaire a donné lieu à un décret présidentiel recommandant la culture du sorgho plutôt que du maïs dans certaines régions sèches de la Tanzanie où la culture du maïs était conseillée mais ne convenait pas aux conditions agroclimatiques. Le projet a de toute évidence contribué à encourager les scientifiques de l'Université à participer à la recherche sur le terrain et à former des étudiants du premier cycle et de niveau universitaire. Deux d'entre eux sont aujourd'hui dans des institutions étrangères pour se perfectionner. Il n'a malheureusement pas été possible, au cours du projet, d'orienter le personnel de la Faculté vers les problèmes des fermiers tanzaniens, mais cette lacune pourrait être comblée à l'avenir.

En 1976, le CRDI et la Faculté d'agriculture, des forêts et des sciences vétérinaires de l'Université de Dar-es-Salaam ont conjointement organisé un séminaire sur la polyculture dans les régions semi-arides. Quarante-huit scientifiques de 14 pays différents ont assisté à cette réunion et le résumé des communications présentées a été publié par le Centre (IDRC-076e). De ce symposium se sont dégagés deux points : l'intérêt considérable apporté à la recherche sur les cultures associées et le peu de travaux qui lui ont été consacrés jusqu'à présent. La multiplication des travaux de recherche dans ce domaine depuis la publication des résultats indique clairement que l'action catalytique du symposium a déclenché un mouvement de recherche sur les cultures associées dans toute l'Afrique.

Petit pays de l'Afrique centrale, le Rwanda connaît de graves problèmes causés par la nécessité d'exploiter le peu de sols fertiles pour répondre aux besoins d'une population sous-alimentée et mal-nourrie. Il est donc impératif d'améliorer la production des cultures vivrières, surtout dans les régions de haute altitude, soit au-dessus de 2 000 mètres. Le CRDI subventionne un programme de recherche de l'Institut rwandais des sciences agricoles sur des travaux d'agronomie et de sélection à effectuer sur du matériel génétique de sorgho, de triticales, de tournesol et de colza introduit. Comme il existe peu de scientifiques formés à ce domaine, le programme comporte un volet de formation en cours de projet pour des chercheurs rwandais.

L'intégration du projet aux réseaux de recherche sur le sorgho et le triticales subventionnés par le CRDI et l'établissement de relations avec ICRIAT et CIMMYT sont en bonne voie de réalisation, ainsi que les démarches pour obtenir du matériel génétique de ces organismes et du matériel de tournesol et de colza du Canada, de Russie et autres pays. Les travaux préliminaires de sélection et d'expérimentation ont démontré qu'il était possible d'améliorer les rendements de ces cultures qui pourraient apporter une contribution positive à l'approvisionnement de vivres du pays.

L'Éthiopie est l'un des grands producteurs de sorgho d'où on le croit généralement originaire et où on trouve une énorme diversité de cultivars allant des variétés résistantes au froid et adaptées aux températures des hautes terres situées à plus de 2 000 mètres d'altitude jusqu'aux cultivars résistants à la sécheresse cultivés en bordure du désert Danakil. Environ un million d'hectares sont consacrés à la culture de cette céréale qui constitue l'aliment de base pour près de 28 millions d'Éthiopiens.

Peu de recherches scientifiques ont été effectuées sur les cultures vivrières d'Éthiopie avant la fondation du Collège agricole d'Alemaya, aujourd'hui Faculté d'agriculture de l'Université d'Addis-Ababa, par une équipe de l'Université d'État d'Oklahoma subventionnée au début des années 1950 par l'US-AID, Agence pour le développement international.

Les phytologues d'Oklahoma ont commencé une collection de sorgho et amorcé les travaux de sélection; ils ont aussi fait des arrangements pour permettre à plusieurs scientifiques éthiopiens d'obtenir leur doctorat en sciences. Parmi ceux-ci, l'ancien doyen de la Faculté d'agriculture et le directeur du Département de phytologie, tous deux sélectionneurs particulièrement intéressés à l'amélioration de la culture du sorgho en Éthiopie.

L'Institut de recherche agricole (IRA), service national de recherche agricole établi sous les auspices de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et le Programme des Nations Unies pour le développement ont confié au Collège agricole d'Alemaya la responsabilité de diriger le programme d'amélioration du sorgho pour l'ensemble du pays. Le doyen de la Faculté s'est donc adressé au CRDI pour obtenir l'assistance nécessaire à l'extension du programme.

Le directeur du Département de phytologie devait assumer les fonctions de directeur du projet et sélectionneur de sorgho; mais parce que les fonctions de son poste au département étaient trop lourdes, on a détaché en mai 1973 un scientifique canadien à Alemaya pour le seconder.

Quatre diplômés d'Alemaya ont été recrutés comme assistants de recherche et choisis pour étudier à l'étranger. La politique de l'Université voulant que les études supérieures soient précédées d'une année complète de recherche a été extrêmement positive pour les étudiants intéressés qui ont ainsi pu acquérir une expérience considérable en collaborant au programme et faire la preuve de leur compétence et de leur motivation avant de poursuivre leur formation au Canada.

Une direction rationnelle des travaux a permis la sélection rapide de plusieurs cultivars déjà collectionnés qui ont fait l'objet d'essais de rendement préliminaires avant les expériences à l'échelle nationale. On a identifié deux variétés à rendement élevé, Alemaya 70 et Awash 1050 qui ont été reproduites pour distribuer des semences aux fermiers. Dans des conditions expérimentales, ces cultivars avaient donné des rendements d'environ 5 à 8 tonnes par hectare comparé à environ 1 tonne par hectare, moyenne de rendement sur le terrain des variétés traditionnelles.

Mais étant donné l'absence d'un lien officiel avec le Département national de mise en œuvre et de vulgarisation du projet (EPID), l'introduction auprès de la masse des petits fermiers des cultivars améliorés créés au cours des études a été plutôt lente. Cependant, le directeur du projet a réussi à établir une liaison informelle avec l'EPID et il a également pu organiser plusieurs démonstrations sur les terres des agriculteurs pour illustrer les améliorations obtenues lorsque les nouvelles variétés étaient associées à de bonnes pratiques agronomiques et à l'emploi d'une petite quantité d'engrais.

En participation avec un nutritionniste expérimenté du Canada, on a entrepris la sélection des sorghos en collection en fonction de leur qualité culinaire et de leur goût pour la confection de l'« enjera » (crêpe faite de pâte fermentée qui tient lieu de pain).

La grave sécheresse et la famine du début des années 1970 ont mis en évidence la nécessité d'améliorer la production de sorgho des basses terres aussi bien que des hautes terres. En 1975, le directeur du projet a commencé la planification d'un programme national d'amélioration du sorgho dont le siège social a été établi à Nazareth, à environ 80 kilomètres au sud-est d'Addis-Ababa. Il s'agissait d'un site idéal pour la réalisation d'un programme d'amélioration applicable à des régions de haute et de basse altitude. Outre Alemaya, située en altitude, on a choisi deux autres sous-stations de haute altitude et quatre sous-stations de basse altitude pour les essais sur les cultivars améliorés effectués en participation avec l'IRA. La seconde phase de ce projet a été approuvée en janvier 1976, à titre de programme conjoint de l'IRA et de l'Université.

À son retour de l'Université de Guelph (Canada) où il avait obtenu une maîtrise en agronomie, l'un des étudiants a secondé le directeur du projet dans ses efforts d'extension du programme. Le nouveau cultivar appelé Kobomash 76 qui semblait devoir être performant en basse altitude a été introduit aux fermiers en 1977. Le projet a aussi entrepris la collection systématique des très nombreuses variétés de sorgho existantes en Éthiopie, en plus d'organiser un programme complet d'hybridation en fonction des caractéristiques souhaitables telles que résistance aux

maladies, rendement élevé, et l'établissement d'un rigoureux programme d'essais à travers le pays tout entier. La collection de matériel génétique est tout de suite devenue la plus importante du monde et deux cultivars locaux ont suscité l'attention lorsque les scientifiques de l'université Purdue (États-Unis) ont découvert leur haute teneur en lysine, amino-acide essentiel faisant souvent défaut dans les régimes à base de céréales.

Le sorgho subit souvent d'importants dégâts par des insectes et parasites animaux. La mouche de la tige (*Atherigona* spp.) est particulièrement répandue et difficile à exterminer. En 1967, ICRISAT a demandé l'aide du Centre pour qu'une étude sur le sujet soit effectuée au Centre international sur la physiologie et l'écologie des insectes à Nairobi (Kenya). Parce qu'ICIPE dispose de ressources supérieures, il lui est plus facile qu'à ICRISAT d'effectuer une recherche fondamentale sur la dynamique de la population de la mouche de la tige et sa biologie. De même, étant donné que les espèces d'Afrique sont différentes de celles de l'Inde, il semble plus rationnel que cette recherche soit effectuée dans ce pays. Les études d'ICRISAT et d'ICIPE ont déjà confirmé l'existence de la possibilité de sélectionner du matériel de sorgho en fonction de la résistance aux attaques des mouches de la tige.

Moyen-Orient

Le CRDI a prêté son concours à ALAD, un important programme de développement agricole des terres arides que la Fondation Ford subventionne au Moyen-Orient. Le siège social de ce programme a été établi au Liban et la petite équipe de scientifiques attachés au projet a réussi à former un réseau de recherche très efficace regroupant treize pays.

Ce groupe a réalisé, en participation avec des chercheurs du gouvernement libanais, des recherches sur la création de variétés de blé, d'orge, de triticale, de maïs, de sorgho, de mil, de grosse fève (*Vicia faba*), de lentille (*Lens culinaris*) et de pois chiche (*Cicer arietinum*) à rendement élevé. L'équipe a aussi distribué et expérimenté dans tous les pays de la région du matériel génétique de ces plantes et les chercheurs ont régulièrement tenu des séminaires pour comparer les résultats et évaluer les variétés sélectionnées. Parallèlement, ils ont formé des techniciens de niveau intermédiaire aux techniques de phytosélection à la station de recherche libanaise, mesure qui a permis de mettre en relation tous les jeunes scientifiques attachés aux stations de recherche de la région.

La partie du programme subventionnée par le CRDI portait sur les sorghos, les mils et les légumineuses; le Centre a aussi prêté deux conseillers, le premier pour les travaux relatifs au mil et le second, aux légumineuses.

Asie

En Inde, on cultive plusieurs variétés de mil, surtout dans les terres montagneuses impropres à la production de céréales et qui constituent l'alimentation de base des tribus qui vivent sur ces terres marginales. Que le rendement actuel de 1,8 million de tonnes de grains puisse être rapide-

ment augmenté par l'application d'un programme d'amélioration des cultures ne fait aucun doute.

Le Centre a donc alloué des fonds au projet d'amélioration du mil coordonné pour l'Inde dont les programmes réalisés à cinq centres de sélection portent sur l'amélioration du mil Kodo (*Paspalum scrobiculatum*), du millet à grappes (*Setaria italica*), du millet « Little » (*Panicum miliare*), du millet commun (*Panicum miliaceum*) et du millet Japanese (*Echinochloa frumentacea*).

Deux projets ont été mis en œuvre en Asie du Sud-Est, le premier portait sur les cultures en milieu semi-aride étudiées par l'université Khon Kaen du nord de la Thaïlande et le second sur le sorgho et le maïs, étude conduite par l'Université de Papouasie — Nouvelle Guinée.

Le projet d'amélioration du sorgho et de l'arachide a été réalisé en Thaïlande en participation avec l'ICRISAT et l'étude du soja a été effectuée en collaboration avec le Programme international pour le soja (INTSOY) à l'Université d'Illinois (États-Unis). Des résultats positifs ont été obtenus sur le plan de l'introduction et de l'expérimentation d'une gamme de matériel génétique ainsi que dans les études agronomiques sur la détermination des meilleures façons culturales, en monoculture comme en polyculture. Cependant, les expériences au champ ont été plus difficiles que prévu à cause des divers types de sols rencontrés sur la ferme de l'Université. Ces problèmes ont été rapidement résolus grâce à la collaboration des agronomes, des pédologues et des sélectionneurs.



Au Sénégal, un scientifique examine la résistance à la mouche de la tige de jeunes plants de sorgho.

La formation de jeunes scientifiques a été ici encore, une importante composante du projet. Plusieurs étudiants ont fait un stage à l'ICRISAT ou dans d'autres centres pour compléter leurs études par des cours accélérés ou par des travaux conduisant à une maîtrise en sciences.

La recherche réalisée en Papouasie — Nouvelle-Guinée a été fructueuse au niveau de la collection et de l'évaluation du matériel génétique de sorgho provenant d'ICRISAT et d'autres instituts ainsi que de matériel obtenu du CIMMYT, d'Australie et autres sources. Deux étudiants diplômés, respectivement de Papouasie — Nouvelle-Guinée et des Iles Gilbert et Ellice ont effectué ces travaux ainsi qu'un grand nombre d'études sur les cultures associées surtout en mélange avec la patate douce.

Plantes adventices

Le *Striga* est une plante adventice qui constitue un facteur limitant de la production céréalière dans les pays en développement. En Afrique et en Inde, il s'attaque surtout au sorgho mais il ravage aussi les cultures de mil à chandelle, de maïs, de riz, de canne à sucre et de niébé. Les méthodes culturales traditionnelles ne détruisent pas cette mauvaise herbe qui produit une grande quantité de petites graines aptes à dormir enfouies dans le sol pendant de longues périodes. Normalement, ces graines commencent à germer lorsqu'elles sont stimulées par un exsudat provenant des racines d'une plante-hôte. Les racines de *Striga* s'attachent à celles de la plante-hôte d'où elles tirent les éléments nutritifs nécessaires à la croissance de la plante.

Il est difficile de mesurer avec précision les pertes de céréales causées par le *Striga* mais on a pu établir au nord du Nigeria une moyenne d'au moins 760 000 tonnes par année — soit une valeur de 70 millions de dollars, au cours actuel — chiffres établis après dix années d'observations.

Une parade efficace contre le *Striga*, peu coûteuse et facilement utilisable par un petit fermier pourrait augmenter considérablement la production céréalière.

Une recherche subventionnée par le CRDI et réalisée par des chimistes de l'Université du Sussex (Grande-Bretagne) a débouché sur la création d'un produit chimique apte à provoquer la germination des graines de *Striga*. L'herbe meurt aussitôt germée, faute de plante-hôte. Les chercheurs ont de plus eu l'agréable surprise de constater que ces produits germinatifs étaient aussi efficaces contre l'orobanche (*Orobancha* spp.), autre mauvaise herbe vivant en parasite sur les racines des grosses fèves, des lentilles, des tomates, des pommes de terre, des courges, courgettes, et autres légumes cultivés dans certaines parties du Moyen-Orient, de l'Afrique du Nord, de l'Asie et autres régions.

L'expérimentation des germinateurs a été organisée par l'ICRISAT à Tel Amara (Liban) et à Giza (Égypte). Une fois démontrée l'efficacité des produits, il ne restera qu'à trouver une industrie capable de les fabriquer à l'échelle commerciale.

Pour participer aux essais sur les germinateurs et contribuer au programme de recherche sur le *Striga* de l'université Ahmadu Bello, à

Zaria (nord du Nigeria), le CRDI a subventionné les services d'un coopérant canadien du SUCO (Service universitaire canadien outre-mer). Ce programme a déjà donné de bons résultats et on procède actuellement à la localisation des espèces et lignées de *Striga* au nord du Nigeria.

Le CRDI a aussi subventionné un projet de recherche de la Société de recherche agricole du Ministère de l'agriculture du Soudan, l'un des plus grands pays producteurs de mil et de sorgho en Afrique. La surface cultivée du Soudan est de l'ordre de 3 millions d'hectares. La SRA mettra en œuvre un programme de recherche sur la lutte contre le *Striga*, en participation avec la Faculté d'agriculture de l'Université de Khartoum. Le programme sera dirigé par un scientifique autochtone expérimenté et il comprendra la sélection de variétés de sorgho et de mil résistant au *Striga*, l'expérimentation des nouveaux produits germinateurs dans les conditions du pays, le relevé de la répartition des espèces et lignées de *Striga* au Soudan et l'examen des méthodes de lutte possibles.

Le Centre assumera également les frais relatifs au détachement en Afrique de l'Ouest d'un spécialiste des plantes adventices d'ICRISAT. Il fera partie de l'équipe de l'Institut établi en Haute-Volta pour l'amélioration des mils et des sorghos où il procédera à des croisements de variétés résistant au *Striga* et il fera les essais en milieu ouest-africain des nouveaux produits germinateurs. Il sera de plus chargé de la coordination des recherches effectuées sur le *Striga* dans toute l'Afrique.

Le triticale

Le triticale est la première céréale créée par l'homme. Il est le fruit d'un croisement inter-génétique entre le *Triticum* (génotype du blé) et *Secale* (génotype du seigle) et son nom rappelle son origine.

Canada et Amérique latine

Bien que déjà en 1875, on ait signalé en Écosse l'existence d'un hybride stérile de blé et seigle et que depuis cette date, des sélectionneurs de plusieurs pays d'Europe aient fait des expériences sur le triticale, c'est en 1954, à l'Université du Manitoba (Canada) que des sélectionneurs ont pour la première fois réuni plusieurs plantes primaires de triticale obtenues des chercheurs individuels et des stations de recherche du monde entier. Un rigoureux programme de sélection a été mis en œuvre au Manitoba et après de nombreux croisements de blé et de seigle, on a pu obtenir les premiers triticales aptes à devenir une culture intéressante. À la même époque, le CIMMYT du Mexique, Centre international pour l'amélioration du maïs et du blé qui venait de créer de nouvelles variétés de blé à rendement élevé, s'est intéressé aux possibilités du triticale. Une étroite collaboration s'est établie entre les deux organismes et c'est avec du matériel génétique provenant du Manitoba que le CIMMYT a commencé son programme de sélection.

Cependant, ce matériel créé au Canada n'était pas encore adapté aux conditions mexicaines, les plantes étant tardives, hautes, sensibles à la verse et donnant pour la plupart des graines stériles et racornies. Les plantes étaient de plus sensibles aux maladies (surtout à la rouille), photopériodiques et de faible rendement.

Mais en 1967, un événement fortuit vint accélérer les travaux sur le triticale : en vagabondant, un grain de pollen de blé vint fertiliser un plant de triticale poussant dans un champ voisin. La descendance s'est révélée plus petite, partiellement insensible au photopériodisme et surtout fertile, la stérilité du triticale étant justement l'obstacle majeur qui avait freiné son développement pendant des décades. La nature avait réussi là où les scientifiques avaient échoué après des années de travail.

Le nouvel hybride fut baptisé Armadillo et il est devenu le parent de presque toutes les nouvelles variétés fertiles à grains ronds, à paille courte, à rendement élevé et résistantes à la maladie. Ce succès désigne les triticales comme cultures commerciales éventuelles capables de rivaliser avec le blé dans plusieurs régions du monde en développement, ce qui explique l'accroissement considérable des programmes de sélection.

En 1970, l'ACDI, Agence canadienne de développement international, a prié le CRDI d'administrer un programme de 3 millions de dollars portant

sur la création d'une nouvelle culture céréalière, à partir du triticales du CIMMYT et du Manitoba au bénéfice des populations sous-alimentées de toutes les régions en développement dans le monde entier. Les programmes de sélection de l'Université du Manitoba et du CIMMYT ont donc été élargis et de nouveaux croisements ont été effectués afin d'accroître la base génétique du triticales. Simultanément, on a distribué à plusieurs pays participant au programme, qui recevaient déjà le matériel génétique de blé de CIMMYT des pépinières pour expérimentation sur le plan sélection, résistance à la maladie et rendement : en 1974, 309 pépinières ont été expédiées dans 62 pays.

Grâce à l'organisation hautement poussée du réseau d'expérimentation et de sélection du blé du CIMMYT, l'un des programmes de sélection culturale des plus vastes et des plus étendus jamais entrepris, le triticales est devenu en moins de dix ans une culture rentable au niveau commercial alors qu'il n'était qu'une curiosité scientifique. En 1968, les meilleurs rendements du triticales ne s'élevaient qu'à environ la moitié de ceux du blé. Mais en 1973-1974, la moyenne de rendement des cinq meilleures variétés testées à travers le monde était déjà supérieure de 15 % à celle du blé cultivé dans les mêmes conditions.

Le triticales a hérité de son parent le seigle, la faculté de s'adapter aux sols acides de plusieurs régions du monde. Il semble également plus tolérant que le blé à la toxicité par l'aluminium. La grande résistance à la maladie constitue un autre avantage du triticales sur le blé ; par exemple, il s'est montré jusqu'ici plus résistant aux taches sur les feuilles, au blanc des graminées, à la carie et à *Septoria tritici*. Mais d'un autre côté, il est plus sensible à d'autres maladies, notamment la fusariose, le charbon, la maladie des stries, diverses maladies virales et quelques organismes provoquant la pourriture de la racine ou la destruction des feuilles. Il peut aussi être sensible à l'ergot, un champignon qui s'attaque à l'orge dans les zones tempérées mais qui n'a encore pas été observé sur le seigle ou le triticales dans les tropiques. Parce qu'il s'agit d'une nouvelle céréale, il est possible que des maladies plus graves apparaissent lorsqu'il sera cultivé dans de nouvelles régions mais jusqu'à ce jour, peu de problèmes ont été signalés à cet égard sur les 100 000 hectares de terres cultivés en triticales à travers le monde.

Cette céréale semble posséder les qualités particulières qui la rendraient apte à augmenter la production vivrière dans les régions marginales du monde en développement où le blé pousse difficilement. Par exemple, dans les hautes terres de l'Amérique du Sud, de l'Amérique centrale, de l'Afrique de l'Est et de l'Himalaya, de l'Afghanistan au Népal ainsi que dans les régions à basse altitude de la Méditerranée et du Moyen-Orient où sévit *Septoria*. Il est peu probable que le blé soit détrôné par le triticales dans la fabrication du pain, étant donné la qualité supérieure de sa farine due à une protéine appelée gluten qui donne à la pâte force et élasticité. Il est plus difficile de confectionner un pain de triticales acceptable en utilisant les méthodes traditionnelles. Cependant, il est possible d'obtenir de bons résultats en préparant mécaniquement la pâte, en la roulant bien ou en employant d'autres procédés. Le mélange des deux farines peut donner des résultats très satisfaisants avec les méthodes classiques de fabrication du



Fabrication traditionnelle de l'enjera, pain local, avec une farine contenant du triticales.

pain. Mais le triticales peut avantageusement servir à la confection de pâtes, de céréales pour le petit déjeuner, de crêpes, de tortillas et de chapatis. On trouve maintenant des gâteaux de triticales dans les supermarchés canadiens. La polyvalence du triticales s'étend à la brasserie et la distillerie, comme il peut servir de graminées fourragères pour l'alimentation des animaux.

La valeur nutritionnelle du triticales semble être égale ou légèrement supérieure à celle du blé. La moyenne de sa teneur en protéines est un peu au-dessus de celle des blés les plus communs. Cependant, sa teneur en lysine amino-acide, souvent déficiente dans les régimes à base de céréale, semble être plus élevée que celle du blé. Les essais en alimentation animale ont démontré que la valeur biologique du triticales est au moins égale et quelquefois supérieure à celle du blé.

En plus de l'importante contribution qu'elle apporte au programme coopératif de sélection du CIMMYT décrit plus haut, l'Université du Manitoba a entrepris des recherches fondamentales sur la cytogénétique et la physiologie du triticales, grâce à une première subvention de l'ACDI suivie d'un octroi du CRDI. On a déjà réalisé une grande partie des travaux sur l'amélioration des méthodes de culture d'embryon de triticales et de traitement à la colchicine qui double le nombre de chromosomes. Plusieurs diplômés attachés au programme de triticales de pays en développement ont été formés à l'Université du Manitoba et certains d'entre eux ont collaboré à ces recherches.

C'est à l'Université de Guelph que le CRDI a confié une recherche sur la création de triticales d'hiver, le Manitoba ne pouvant effectuer ces travaux à cause de la rigueur des températures de cette saison. Des variétés résistant au froid seraient particulièrement importantes pour certaines parties de la Turquie, de l'Afghanistan, de l'Himalaya de même que sur les hauts plateaux de l'Afrique du Nord qui connaissent des hivers froids et pluvieux. Dans ces régions, les variétés de printemps semées en hiver ne supporteraient pas le froid et pour les semis de printemps, la saison serait trop courte pour que les rendements soient satisfaisants. Les chercheurs de Guelph ont déjà effectué des travaux fructueux sur la sélection du matériel disponible en fonction de la résistance au froid et sur la création de nouvelles lignées d'hiver. Le taux de survie et les rendements des variétés de triticales les plus au point sont déjà supérieurs à ceux des triticales de printemps et des blés d'hiver mais on s'attend à de nouvelles réussites dans ce domaine.

À l'Université Catholique du Chili, les scientifiques poursuivent l'excellent programme qu'ils ont entrepris sur le développement du triticales, grâce à l'assistance du CRDI. Ils ont obtenu en 1976-1977, dans les 16 parcelles d'essai irriguées dispersées, des moyennes de rendement de l'ordre de 6 064 kilos par hectare, soit 47 % de plus que ceux du blé qui sont de 4 118 kilos à l'hectare. Dans un essai donné, les triticales ont donné un rendement maximal de 12 237 kilos à l'hectare comparé aux 7 550 kilos par hectare d'une récolte de blé. La moyenne de la teneur en protéines des lignées supérieures de triticales était de près de 15 %, pourcentage bien plus élevé que le 12 % du blé de la parcelle témoin. On a également effectué un programme complet d'expériences agronomiques et les essais sur le fourrage ont donné des résultats encourageants.

Afrique

De temps immémorial, le blé est la plus importante production agricole des hauts plateaux d'Éthiopie, mais cette culture est souvent difficile, surtout dans certaines parties du pays où les sols sont acides et en Afrique de l'Est où sévissent plusieurs maladies du blé.

L'IRA, Institut de recherche agricole de l'Éthiopie, a entrepris en 1972, grâce à une subvention du CRDI, une modeste recherche sur l'amélioration du triticales. Plusieurs essais préliminaires des lignées de triticales sélectionnées au CIMMYT en collaboration avec l'Université du Manitoba avaient déjà été effectués avec succès avant cette date. Ce projet a donc permis à

l'IRA de mettre en œuvre un programme de sélection plus important afin de déterminer si cette culture constituait une solution aux graves problèmes alimentaires du pays. Parallèlement, des études d'acceptabilité et des essais culinaires ont été menés auprès des fermiers éthiopiens et de leurs familles afin de connaître l'accueil des produits du triticales.

En 1976-1977, une parcelle d'essai semée de Bacum, cultivar du CIMMYT, a donné un rendement de 8,7 tonnes à l'hectare. Dans 11 autres stations, les meilleures lignées de triticales ont donné des moyennes de près de 5 tonnes à l'hectare, en comparaison d'un peu plus de 3 tonnes de blé à l'hectare pour la parcelle témoin. Ces rendements sont relativement élevés pour une zone humide, ce qui s'explique en partie par la propriété du triticales de résister à la maladie, surtout à *Septoria* et à la rouille noire des céréales.

Le précédent directeur général de l'IRA a introduit cette nouvelle culture à Endibir, région de l'Éthiopie où les déficits alimentaires sont sérieux. Grâce à son intervention, plusieurs fermiers se sont mis à récolter du triticales qui a ensuite été employé dans la préparation du porridge, plat populaire dans la région. Simultanément, une technicienne de l'IRA réunissait un groupe de ménagères pour essayer de fabriquer le pain local, l'enjera, avec la farine de triticales. Après de nombreux essais, on a pu mettre au point un enjera acceptable à base de farine de triticales pure ou en mélange avec des farines obtenues des principales céréales cultivées en Éthiopie, soit le blé, le sorgho ou le teff (*Eragrostis abyssinica*). L'emploi du triticales dans l'alimentation humaine constitue probablement une première dans le monde en développement.

Les relations avec l'Université du Manitoba et le CIMMYT sont maintenues et des scientifiques éthiopiens ont déjà reçu au Manitoba la formation requise pour participer au projet.

Une recherche semblable a été effectuée à la Station nationale de phytosélection de Njoro (Kenya), avec le concours de scientifiques canadiens, grâce à un accord passé entre l'ACDI et l'Université du Manitoba. Les progrès de ces travaux ont été remarquables et les rendements des meilleures sélections de triticales ont dépassé ceux des blés panifiables, du blé dur et de l'orge par au moins 20 % à la fin d'une bonne saison et d'environ 40 % pendant les années de sécheresse. Ici encore, il semble que la grande résistance à la maladie du triticales et sa tolérance aux sols acides expliquent ces chiffres élevés. Plusieurs variétés ont aujourd'hui atteint le stade de la multiplication par voie de semences et quelques-unes ont déjà été cultivées sur des superficies aussi grandes que 40 hectares. Le gouvernement du Kenya a décidé récemment d'encourager la culture du triticales sur une grande échelle sur les terres marginales impropres à la production de blé. Les essais avec une farine de triticales et de blé en mélange égal ont donné un pain semblable à celui fabriqué avec du blé seulement.

Asie

Le CRDI subventionne depuis 1974 une autre recherche sur le triticales réalisée à l'Université d'agriculture et de technologie de G.B. Pant à Pantnagar, au nord de l'Inde. Le programme de l'Université s'étendait à

des essais complets sur le triticales, en culture pluviale, dans des sols arides des montagnes et en culture irriguée dans les plaines fertiles. Les résultats ont été encourageants, les rendements des triticales étant de loin supérieurs à ceux du blé cultivé dans les parcelles témoins des montagnes. Par exemple, en 1976-1977, les cinq meilleures variétés de triticales ont donné de 2 à 2,2 tonnes par hectare comparativement à 1,9-2 tonnes par hectare de blé dans les parcelles témoins. On a également effectué plusieurs croisements entre divers triticales et blés ainsi que des études cytologiques et morphologiques. Un programme complet d'expériences agronomiques a été réalisé, 263 parcelles de démonstration ont été préparées sur les champs des fermiers et on a distribué 2 710 mini-blocs d'essai, chacun contenant cinq variétés de triticales ainsi que les engrais requis et le mode d'emploi. Un groupe de dégustateurs a été réuni pour évaluer le chapatis fabriqué avec du triticales. Le jury a préféré le mélange confectionné avec 25 % de triticales et 75 % de blé, la farine contenant 50 ou 75 % de triticales ayant une apparence et une texture moins acceptables tout en ayant un goût encore agréable.

Oléagineux et légumineuses alimentaires

Les déficits alimentaires des pays en développement ne sont qu'une facette du problème de la faim dans le monde. En effet, on trouve chez les peuples les plus pauvres des cas de malnutrition provoqués par le déséquilibre du régime alimentaire. Les populations qui consomment principalement des féculents tels que les plantes-racines et les plantains sont particulièrement menacés par les carences en protéines. Même si ce danger n'existe pas pour ceux qui se nourrissent de céréales comme le maïs ou le sorgho, ils peuvent quand même souffrir de malnutrition sous forme grave, surtout les enfants sevrés, ces céréales contenant peu d'acides aminés essentiels notamment la lysine.

Le pois d'Angole (*Cajanus cajan*), le niébé (*Vigna unguiculata*), le pois chiche (*Cicer arietinum*), la grosse fève (*Vicia faba*) et la lentille (*Lens culinaris*) sont des légumineuses qui contiennent beaucoup plus de protéines que la plupart des autres cultures vivrières. De plus, leur teneur en acides aminés, surtout la lysine, est relativement élevée; aussi, constituent-elles une excellente culture complémentaire des céréales. Leur relation symbiotique avec le rhizobium qui fixe l'azote dans leurs racines et leur assure ainsi une haute teneur en protéines leur permet de survivre et de prospérer dans des sols à faible taux d'azote et même de les rendre fertiles par la restitution d'azote.

Les statistiques disponibles pour les 20 dernières années révèlent le déclin de la consommation de légumineuses en Asie et en Afrique au profit d'autres vivres. Il semble que la qualité nutritionnelle du régime alimentaire des plus défavorisés soit en voie de détérioration. De plus, l'alimentation d'une grande partie des populations les plus démunies du monde comporte des carences en lipides ou huiles alimentaires. À titre d'exemple, la prise moyenne de graisse ou huile végétale de l'Inde n'est que d'environ le quart du niveau recommandé. C'est pour cette raison que le CRDI subventionne un réseau de projets de recherche sur l'augmentation de la production de légumineuses alimentaires et de plantes oléifères.

Amérique latine

Le programme d'amélioration des légumineuses à graines des Antilles a été réalisé à l'Université des Indes-Occidentales, à Trinité. Ces recherches ont été principalement axées sur une variété naine de pois d'Angole hâtive, à rendement élevé, insensible au photopériodisme, résistante à la maladie, et à gros grains, comme le préfèrent les populations de ces régions. D'autres études ont également été effectuées sur la sélection de fèves *Phaseolus* et de niébé en fonction de la résistance à la maladie. Le programme de sélection du pois d'Angole a beaucoup progressé lorsque le

Centre a détaché à l'Université un spécialiste en sélection de légumineuses et les travaux ont débouché sur la création d'une variété apte à faire l'objet d'une nouvelle culture. Aux Indes-Occidentales, les cultivars de pois d'Angole indigènes sont des types arbustifs indéterminés photosensibles, mais qui ne produisent des fleurs et des fruits qu'à l'époque de Noël. Ce n'est donc qu'en cette saison que les Indiens ont l'habitude de consommer ce légume à l'état frais. Par contre, les nouvelles variétés donnent des rendements supérieurs de pois frais allant jusqu'à 4 000 kilos par hectare qui peuvent être cultivés en lignes, à intervalles rapprochés en toute saison et la récolte peut avoir lieu en n'importe quel temps de l'année. Ces propriétés permettraient aux fermiers d'obtenir de bons revenus au cours de l'année tout en contribuant à réduire les importations.

Bien avant que ne s'écrive l'histoire de l'Empire Inca dans les hautes terres andines de l'Amérique du Sud, on y cultivait des plantes sauvages jusqu'à présent peu connues du monde occidental, qui sont devenues la principale source alimentaire des populations locales. Parmi celles-ci, le quinoa (*Chenopodium quinoa*) encore aujourd'hui l'une des plus importantes cultures de la région.

Le quinoa n'est pas une légumineuse proprement dite mais sa teneur en protéines et en vitamines est élevée et il semble susceptible d'amélioration sur le plan rendement en utilisant des méthodes de sélection scientifiques. Un programme de recherche sur l'augmentation de la production de quinoa a été confié à IBTA, l'Institut bolivien de technologie agricole, département gouvernemental chargé de la recherche agricole, grâce à une subvention du CRDI. Ces travaux seront effectués avec le concours de l'Institut interaméricain de sciences agricoles, organisme régional de recherche agricole et de l'Université technique d'Oruro. Le



Le quinoa n'est pas une légumineuse proprement dite mais il est riche en protéines et les rendements des cultures traditionnelles des Hautes-Andes peuvent être sensiblement améliorés.

Centre a également accordé des fonds pour la conduite d'un modeste projet de recherche sur cette plante, en Colombie.

Afrique

L'alimentation des pays sahéliens semi-arides de l'Afrique de l'Ouest dépend de trois cultures : le mil, le sorgho et le niébé. La production de ce dernier est souvent obtenue en culture associée avec le mil ou le sorgho, mais il est également cultivé en monoculture dans divers endroits à sols sableux trop secs même pour la culture du millet. Le cycle végétatif des niébés n'étant que de 60 à 70 jours, ils peuvent encore mieux résister à la sécheresse que le millet. Exception faite de quelques petits travaux de sélection effectués dans la région, peu de recherches leur ont été consacrées.

L'IITA, Institut international d'agriculture tropicale a la charge de l'amélioration du niébé, pour le monde entier, et dans le cadre de son principal programme de sélection réalisé à Ibadan (Nigeria) il a pu réunir une grande quantité de matériel génétique hautement diversifié. Les travaux de sélection déjà effectués ont déjà amélioré les rendements et la résistance aux maladies et aux insectes. Il est aujourd'hui important pour l'Institut de tester ce matériel dans toutes les régions semi-arides où se concentrent les grandes productions de niébé. Il est également essentiel de procéder à des sélections dans ces régions afin de mettre au point l'adaptabilité du nouveau matériel à ce milieu. Ces expériences auront donc lieu en Haute-Volta, les conditions agro-climatiques prévalant dans ce pays étant représentatives d'une grande partie de la région sahélienne.

Un sélectionneur de niébé de l'IITA attaché à la Station de recherche de Kamboinse près de Ouagadougou, a pu, grâce au CRDI, se joindre à l'équipe de sélection de sorgho et de mil d'ICRISAT, l'Institut international de recherches sur les cultures des zones tropicales semi-arides. Même si les premiers travaux n'ont eu lieu qu'en 1977, la recherche a rapidement évolué et on a déjà réussi à identifier plusieurs cultivars dont le rendement est de beaucoup supérieur à celui des variétés locales.

Les ravages causés par les insectes constituent l'un des plus sérieux facteurs limitants de la production de niébé. Au cours d'une expérience dans ce domaine, on a utilisé des insecticides sur la moitié d'un champ d'essai ; presque toutes les plantes traitées ont donné des rendements de plus de 1 000 kilos à l'hectare, ceux des meilleures lignées allant jusqu'à 1 840 kilos, comparativement à 100 kilos à l'hectare pour deux rangées de niébé cultivé sans insecticide et une production nulle pour plusieurs autres rangées. Les chercheurs ont donc accordé une haute priorité à la sélection en fonction de la résistance aux insectes. Des études semblables ont été effectuées dans les pays voisins, le Niger et le Mali, pour tester le matériel sélectionné en Haute-Volta.

Le Centre vient d'autoriser la subvention d'une modeste étude sur l'amélioration des légumineuses alimentaires, qui sera réalisée par le Collège Njala à Sierra Leone. Les scientifiques de cette institution ont déjà effectué de nombreux travaux sur le sujet, particulièrement le niébé, en participation avec l'IITA et ils procéderont maintenant à des essais des variétés améliorées en divers endroits du pays qu'ils offriront ensuite aux

fermiers aux fins d'essai sur le terrain. Cette recherche sera effectuée avec le concours de spécialistes des départements d'agronomie, de génie agricole, de géographie et d'étude de l'environnement, d'économie et de vulgarisation agricole ainsi que du département d'économie domestique de l'Université, sous la direction du doyen de la Faculté d'agriculture. Plusieurs conseillers du ministère de l'Agriculture ont contribué à faire connaître ce matériel amélioré et à déterminer l'accueil que les consommateurs ont fait à ces nouvelles variétés.

Le pois d'Angole est une légumineuse importante pour les régions semi-arides de l'Afrique de l'Est. Le CRDI a octroyé des fonds à l'université Makerere en Ouganda et à l'Université de Nairobi au Kenya pour la conduite d'études sur le sujet. Les premières phases du programme ougandais ont connu des progrès rapides, plus de 5 000 variétés de pois d'Angole ayant été importées de différentes parties du monde et sélectionnées sur la ferme de l'Université. On a pu créer des lignées déterminées hâtives, bien adaptées à la courte saison pluviale des régions équatoriales qui ont donné des rendements allant jusqu'à 4 000 kilos par hectare, très supérieurs aux rendements précédents. On a découvert que le pois d'Angole possédait un haut degré d'exogamie et que des mélanges pouvant se multiplier librement permettaient la constitution de populations de base à des fins de sélection. Une série de populations de géniteurs a donc été établie et on a confié aux étudiants diplômés participant au programme, l'étude de l'hérédité des plus importants caractères de la plante. On a aussi effectué diverses expériences d'agronomie et de polyculture et on a obtenu des augmentations de rendement considérables en monoculture, surtout lorsqu'il s'agissait de variétés dont la maturation se produisait à des époques différentes.

Un étudiant diplômé, aujourd'hui attaché à l'Université de Nairobi, chercheur principal d'un projet subventionné par le CRDI dans ce domaine, a étudié *Mycovellosiella cajani*, grave maladie de la feuille du pois d'Angole pouvant ravager jusqu'à 70 % de la production. L'enracinement profond du pois d'Angole, sa résistance à la sécheresse et son aptitude à fixer efficacement l'azote désigne cette culture comme particulièrement importante pour les régions semi-arides du Kenya où l'accroissement de la population, l'épuisement des sols et l'érosion s'aggravent. On a donc constitué une importante collection de matériel génétique comprenant des variétés locales et d'autres provenant d'ICRISAT, Institut chargé de l'amélioration du pois d'Angole pour le monde entier. On a pu identifier une certaine résistance à la sécheresse chez plusieurs variétés et celles qui étaient les plus résistantes à la maladie et de rendement plus élevé ont déjà été sélectionnées et améliorées en vue de les distribuer aux fermiers aux fins d'essais. Et plus récemment, on a mis en œuvre un programme agronomique complet qui permettra d'établir les données de base de cette culture.

Moyen-Orient et Afrique du Nord

Cette région se distingue par une augmentation rapide de la population, des agglomérations très peuplées et parfois un niveau de vie faible ou décroissant. Les déficits alimentaires sont de plus en

plus fréquents et plusieurs pays sont des importateurs nets de vivres. L'avance du désert constitue également une menace permanente. Les lentilles (*Lens culinaris*), les grosses fèves (*Vicia faba*) et les pois chiches (*Cicer arietinum*) constituent les trois principales cultures de légumineuses de ces pays.

En 1977, le CRDI a contribué à fonder l'ICARDA, Centre international de recherches agricoles dans les zones sèches, qui a établi à Aleppo sa principale station de recherche ; cet institut a la responsabilité mondiale de l'amélioration des lentilles et des grosses fèves. Il est un important relais du programme d'amélioration des pois chiches d'ICRISAT et il a aussi accepté de diriger le programme de recherche et de développement des légumineuses précitées lancé par ALAD, Programme de développement agricole des terres arides, subventionné par le CRDI.

Les cultivars traditionnels de ces plantes sont généralement d'une adaptation limitée, de rendement faible et peu résistants à la maladie. Le programme d'ICARDA a donc mis au premier rang la poursuite des travaux d'amélioration commencés par ALAD. En priorité, on a placé l'augmentation des rendements des légumineuses, la recherche de cultivars résistant à la maladie et généralement adaptés. On s'attachera également à sélectionner les variétés résistant à la sécheresse et à l'orobanche, plante adventice.

ICARDA a réussi à établir d'excellentes relations avec l'Algérie, la Tunisie, l'Égypte, le Soudan, l'Éthiopie, le Yémen, la Jordanie, le Liban, la Syrie, Chypre, la Turquie, l'Iraq, l'Iran, l'Afghanistan et le Pakistan et bien d'autres pays avec qui il échange déjà du matériel génétique. De jeunes scientifiques et techniciens rattachés à la plupart de ces programmes coopératifs ont reçu une formation pratique chez ALAD ou ICARDA. Ces spécialistes accorderont une attention particulière à l'élaboration de pratiques agronomiques améliorées appropriées à chaque région agroclimatique de leur propre pays. De même, parce que les préférences des consommateurs diffèrent d'un pays à l'autre, elles seront déterminées dès le début de la sélection du matériel amélioré. On effectuera aussi quelques recherches fondamentales applicables au programme de sélection, y compris des études physiologiques et microbiologiques.

L'Algérie est l'un des pays de l'Afrique du Nord qui éprouve de sérieuses difficultés à nourrir ses populations bien qu'il possède le potentiel requis pour augmenter ses productions vivrières. Le Centre subventionne une recherche dans ce domaine qui porte sur le triticale, la grosse fève, le pois chiche et les lentilles : ce projet a été approuvé en 1973 mais comme les scientifiques sont peu nombreux en Algérie, l'évolution a été lente et les travaux n'ont commencé à progresser qu'à l'arrivée en 1976 d'un agronome expérimenté détaché par le CRDI à titre de conseiller au programme. Depuis ce temps, on a réussi la sélection de matériel génétique en fonction des conditions agroclimatiques locales, de la résistance à la maladie et du rendement. On a également obtenu d'excellents résultats en matière d'espacement, d'engrais, d'herbicides et de mécanisation de base des cultures, en utilisant des

expériences agronomiques simples. Les plantes adventices sont l'un des grands problèmes agricoles de l'Algérie, ne permettant une production que de l'ordre de 600 kilos par hectare ; l'amélioration des méthodes de lutte a permis de réaliser des récoltes de légumineuses d'à peu près 1 500 kilos à l'hectare. De plus, les programmes d'ALAD/ICARDA du Liban et de Syrie ont fourni l'occasion de former des techniciens et ils ont donné lieu à l'établissement de contacts utiles avec les autres programmes de la région intéressés à ce domaine.

Les terres irriguées par le Nil étant peu nombreuses, l'Égypte plus que les autres pays se voit dans l'obligation d'importer des quantités de plus en plus grandes de nourriture pour répondre aux besoins d'une population en augmentation. D'ailleurs, depuis quelques années, le régime alimentaire accuse une baisse sensible de protéines et de lipides. La grosse fève est la plus importante légumineuse, suivie par les lentilles et le pois chiche. Consommée deux fois par jour, elle est considérée comme le « bifteck du pauvre ». Mais la production est relativement faible sur les 200 000 hectares et plus consacrés aux légumineuses alimentaires.

L'Égypte compte un grand nombre de scientifiques qualifiés et expérimentés mais les programmes de recherche sont souvent limités par le manque de ressources financières. Le CRDI vient d'accorder une aide à deux autres programmes de recherche sur les légumineuses en Égypte et au Soudan. L'Institut égyptien de recherche sur les produits agricoles a demandé l'appui du CRDI pour la mise en œuvre d'un programme d'amélioration des trois plantes précitées devant être réalisé en étroite participation avec l'ICARDA, aux trois stations de recherche de Giza, Sakha et Sids. Les chercheurs égyptiens ont déjà suivi les cours de formation des instituts ALAD et ICARDA sur les légumineuses.

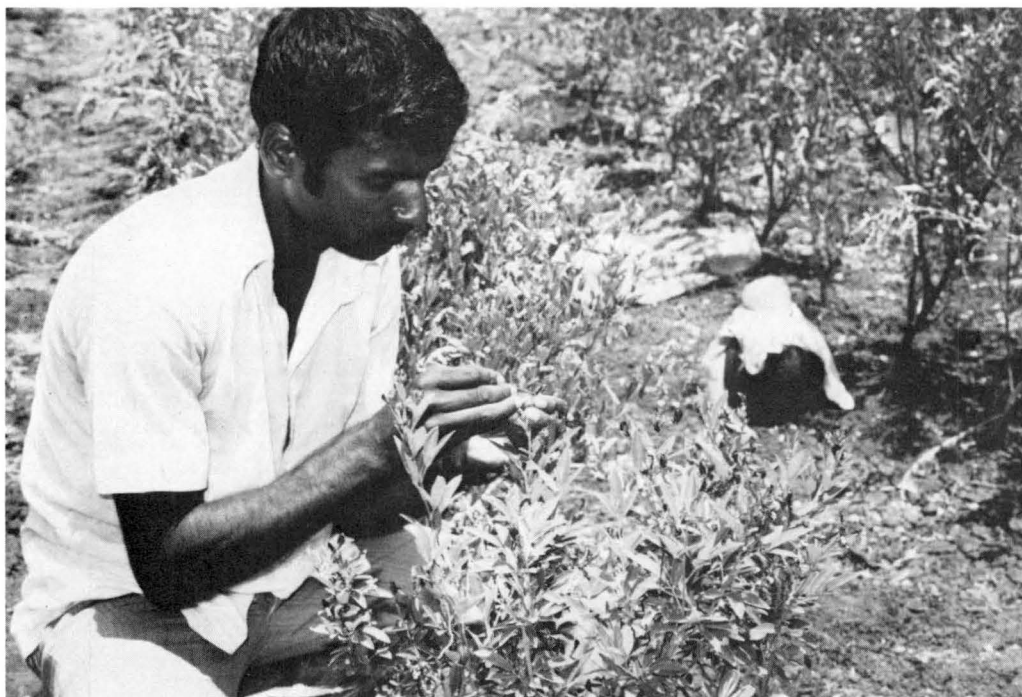
Le programme effectué au Soudan sera semblable mais une attention particulière sera accordée à la sélection de variétés à rendement stable pour contrer l'irrégularité de la production de grosses fèves dans ce pays. La pollinisation de cette légumineuse est normalement assurée par les insectes et on croit que leur absence en certaines saisons provoque les fluctuations de la production. Pour corriger cette situation, les chercheurs tenteront de sélectionner des variétés de fèves autogames. On pratiquera également des sélections massives chez les populations pollinisées naturellement qui pourraient être conservées dans des cages à l'épreuve des insectes mais pourvues de ruches afin d'assurer la pollinisation par les abeilles.

Le sésame (*Sesamum indicum*) — est l'une des plus importantes plantes oléagineuses du monde et elle est largement cultivée par les petits agriculteurs des pays tropicaux. Ses graines contiennent environ 50 % d'huile d'excellente qualité et environ 25 % de protéines brutes. La principale difficulté relative à cette culture est que les capsules éclatent en arrivant à maturité et que les carpelles se répandent sur le sol. Le CRDI a accordé un modeste octroi à un scientifique israélien de renommée mondiale dans ce domaine, afin de lui permettre de créer des variétés à capsule plus solide. Diverses méthodes mutagènes seront utilisées, notamment l'irradiation et des agents chimiques.

Asie

ICRISAT, organisme à vocation mondiale établi en Inde, se consacre à l'amélioration du pois d'Angole, du pois chiche et de l'arachide. Le CRDI a apporté une aide financière au programme de légumineuses à graines d'ICRISAT, dès sa création en 1973 et l'a maintenue jusqu'en 1977. La collection de matériel génétique comprend aujourd'hui plus de 11 000 lignées de pois chiche, 5 400 de pois d'Angole et en participation avec l'ICARDA, on organise des expéditions de collections de pois chiche au Moyen-Orient et en Afghanistan d'où on le croit généralement originaire. Les chercheurs s'efforcent également d'obtenir d'autres lignées d'arachides et de pois d'Angole auprès d'organismes et autres pays.

Les premiers travaux de sélection de pois chiche et de pois d'Angole ont été fructueux mais il reste aujourd'hui de graves problèmes à résoudre. Les trois principales maladies qui ravagent les récoltes de l'Inde sont le rabougrissement (attribué à un virus); le flétrissement (provoqué par *Fusarium oxysporum*); et le pourridié des racines (dû à *Rhizoctonia bataticola*). Au Moyen-Orient et en Afrique du Nord où ces maladies sont également répandues, l'antrachnose du pois chiche exerce d'importants ravages ainsi que le flétrissement bactérien et la mosaïque stérilisante qui déciment les récoltes de pois d'Angole. Cependant la collection de matériel génétique comprend des variétés qui semblent offrir une certaine résistance à ces maladies, aussi, la sélection est-elle effectuée en fonction de ce caractère.



Scientifiques de l'ICRISAT sélectionnant des variétés de pois d'Angole en fonction de la résistance aux maladies.

Les sélections portent également sur la résistance aux insectes surtout *Heliothis armigera*, la chenille américaine qui parasite les deux récoltes. Les hybrides intergénériques obtenus en croisant des lignées de pois d'Angole avec *Atylosia* spp. résistent mieux aux insectes et sont plus riches en protéines que les lignées pures.

On a aussi entrepris des travaux intéressants sur la relation de ces deux plantes avec une espèce donnée de rhizobium comme source d'azote. En Inde, après la récolte de riz en culture irriguée, on a semé de grandes surfaces avec des pois chiches qui ont, lors des expériences sur la ferme d'ICRISAT, bien réagi à l'inoculation de rhizobia provoquant une augmentation de nodosités, de quantité d'azote fixée et du rendement en grains de plus de 64 %, soit 1 800 kilos à l'hectare comparativement à 1 090 à l'hectare de plantes non inoculées. Ces dernières ne présentaient pratiquement aucune nodosité. Les rendements des plantes inoculées n'ont pas été améliorés par l'apport d'engrais azotés, ce qui prouve l'aptitude des rhizobia à répondre aux besoins des plantes.

L'inoculation des pois d'Angole a donné généralement plus de résultats bien que la quantité de nodosités ait varié selon les lignées. Mais dans certaines conditions, les nodosités ont subi de graves dégâts par les insectes.

En 1976, le Gouvernement de Sri Lanka a demandé l'assistance du CRDI pour réaliser un programme d'amélioration des plus importantes cultures de céréales tel le sorgho et de légumineuses alimentaires notamment, le niébé, l'ambérique (*Vigna aureus*) et le mungo (*Vigna mungo*). Le Gouvernement fait de grands efforts pour augmenter la production des cultures vivrières, surtout celles des régions sèches de l'île, le pays devenant de plus en plus dépendant d'importations alimentaires.

Sri Lanka compte déjà plusieurs chercheurs compétents mais les fonds affectés aux recherches sont plutôt modestes. L'assistance du CRDI a contribué à renforcer les études déjà entreprises et à établir une collaboration plus étroite avec les scientifiques des centres de recherche internationaux tels l'ICRISAT, l'IITA, l'IRRI (Institut international de recherche sur le riz) et autres institutions. On accordera une attention particulière à la sélection du matériel de quatre cultures en fonction des deux régimes pluviaux du pays. Par exemple, divers sorghos à grains et fourragers venant de l'ICRISAT seront croisés avec les sorghos locaux « riz des montagnes parfumé » cultivés sur l'île. Le type de grain requis pour être substitué au riz doit de préférence, posséder l'arôme de la variété « riz des montagnes parfumé » et être exempt de pigments rouges ou bruns. Les sélections les plus intéressantes feront l'objet d'expériences aux sous-stations de recherche et sur les champs des fermiers, dans le cadre d'un projet sur les systèmes cultureux subventionnés par le CRDI et décrit plus loin. Un programme de formation presque entièrement conduit au Canada contribue à renforcer considérablement l'élément de recherche du projet.

Le Bangladesh est l'un des pays les plus pauvres et les plus peuplés du monde, la population s'élevant à 84 660 millions d'habitants, la densité, à 588 h/km² ce qui explique l'impérieuse nécessité d'augmenter la production de toutes les cultures vivrières. Le riz qui forme l'aliment de base fait déjà l'objet de nombreuses recherches mais peu d'études ont été consacrées

aux légumineuses alimentaires dont les rendements semblent pouvoir être augmentés considérablement. Le CRDI a affecté des fonds à un programme d'amélioration des légumineuses alimentaires qui sera réalisé par le BARI, Institut de recherche agricole du Bangladesh. On importera de divers centres de sélection du matériel génétique de niébé, pois chiche, pois d'Angole, ambérique, haricot velu et lentille et on procédera à divers centres à une sélection sévère du matériel en fonction de son adaptation aux conditions locales. Une attention particulière sera accordée à *Lathyrus*, légumineuse populaire qui contient une substance toxique, la lathyrine et les souches seront sélectionnées en fonction des rendements et de la faible teneur en lathyrine.

Une gamme complète d'études agronomiques sera effectuée afin d'identifier les pratiques les plus appropriées aux variétés sélectionnées. Des scientifiques du Bangladesh se perfectionneront à l'ICRISAT, à l'IITA et au Canada.

Plusieurs projets de recherche ont été mis en œuvre dans des institutions indiennes en vue de l'amélioration du sésame, du safran (*Carthamus tinctorius*), du colza (*Brassica campestris*) et de la moutarde (*Brassica* spp.) pour remédier à la pénurie de graines oléagineuses.

Les études sur le sésame sont réalisées par la Faculté d'agriculture Tamil Nadu établie à Coimbatore au sud de l'Inde et les travaux sur le safran par le Collège d'agriculture d'Indore, Madhya Pradesh. Les chercheurs envisagent une augmentation de la production de safran de l'ordre d'au moins deux tonnes par hectare, soit au moins 40 % de plus d'huile. Les travaux sur le colza sont effectués par la Faculté d'agriculture et de technologie G.B. Pant dans l'État d'Uttar Pradesh et la recherche sur la moutarde, par la Faculté d'agriculture Haryana à Hissar.

En plus d'une sélection en fonction de la résistance aux maladies, de rendements élevés et stables, et d'une haute teneur en huile, les scientifiques canadiens chercheront à abaisser le taux élevé d'acide érucique du colza local, préjudiciable à la santé, en croisant les cultivars locaux avec les nouvelles souches à faible teneur en substance toxique. Les chercheurs s'attacheront également à diminuer la quantité de glucosides contenus dans les tourteaux formés de résidus de graines de colza dont on a exprimé l'huile parce qu'ils peuvent être dommageables à la santé des animaux qui les consomment. La coordination des travaux sur les oléagineux est assurée par l'All-India Coordinated Oilseed Improvement Program.

Tubercules alimentaires

Le CRDI a apporté une assistance financière à un vaste programme de recherche sur les tubercules alimentaires tropicaux comprenant la patate douce (*Ipomea batatas*), l'igname (*Dioscorea spp.*), le taro (*Colocasia antiquorum*) et le chou caraïbe (*Xanthosoma sagittifolium*); cependant, la plus grande partie des études est axée sur le manioc (*Manihot esculenta*). Cette subvention couvre une gamme étendue d'activités, dont le financement du CIAT, Centre international d'agriculture tropicale de Colombie et de l'IITA, Institut international d'agriculture tropicale du Nigeria, plusieurs recherches dans des universités canadiennes et divers programmes d'instituts de recherche gouvernementaux et d'universités de pays en développement. Un réseau de recherche sur le manioc regroupe l'ensemble de ces travaux qui sont ainsi intégrés et coordonnés.

La priorité accordée au manioc s'explique d'une part, parce que cette culture a été négligée jusqu'à présent et d'autre part parce que les rendements en termes de production énergétique, ont un potentiel de développement plus élevé que celui de presque toutes les autres grandes cultures. On trouve le manioc dans plusieurs pays tropicaux où les petits agriculteurs le cultivent pour leur subsistance. La production mondiale de manioc s'élève à plus de 100 millions de tonnes de racines fraîches mais environ 70 % provient de cinq pays seulement, le Brésil, l'Indonésie, le Nigeria, le Zaïre et la Thaïlande bien que la culture soit présente dans plus de 80 autres nations.

Depuis une dizaine d'années, le manioc pour l'alimentation animale prend de plus en plus d'importance, le marché international de produits secs équivalant à plus de 15 000 tonnes de racines fraîches. Son utilisation dans l'industrie de l'amidon progresse et au Brésil, on étudie son emploi comme substrat dans la production d'alcool industriel. Si les coûts de fabrication sont raisonnables, ce tubercule pourrait devenir un substitut du pétrole pour plusieurs pays.

Amérique latine et Canada

L'intérêt que le CRDI porte au manioc date de 1971, alors que l'ACDI, Agence canadienne de développement international, confiait au Centre la gestion de deux subventions à une recherche dans ce domaine. Il s'agissait dans le premier cas, d'un octroi de 2,5 millions de dollars alloué au CIAT de Colombie, nouvellement établi, pour cinq années de recherche sur le manioc. Le second octroi de 750 000 dollars était affecté à des programmes de recherche fondamentale effectuée par des universités canadiennes pour soutenir les expériences sur le terrain du CIAT.

La première activité du Centre relative au manioc a été de passer en revue la littérature publiée dans le monde entier sur le sujet afin d'établir une liste des scientifiques ayant travaillé ou effectuant des recherches dans ce domaine et qui pourraient agir à titre de conseillers pour la création d'un programme de recherche rationnel. C'est ainsi qu'une vingtaine d'experts ont été réunis au CIAT en janvier 1972 et qu'ils ont pu faire le point de la situation du manioc. Quelques-uns ont accepté de faire partie d'un comité consultatif pour aider le CRDI et le CIAT à la mise en œuvre du programme du CIAT et à la création d'un réseau international.

La littérature sélectionnée comme base pour la détermination de la stratégie de recherche sur le manioc a été examinée plus attentivement par la Division des sciences de l'information du CRDI qui a secondé le CIAT dans la mise en œuvre d'un centre de documentation sur le manioc. Cette entreprise a nécessité la collecte de toute la littérature publiée sur le sujet et la préparation d'une série de volumes réunissant les résumés de plus de 3 500 documents scientifiques relatifs au manioc. La préparation des nouveaux abrégés et leur distribution sont devenues un service permanent du Centre de documentation qui publie de plus une série de monographies et de rapports signés par les scientifiques du CIAT. Le CRDI a organisé plus de douze séminaires pour étudier divers aspects et problèmes particuliers de la production de manioc (IDRC-010e, 020e, 031e (disponible en thaï), 049e, 063e, 071e, 095e, 096e et 114e).

Le programme de recherche du CIAT a commencé en 1972 et à la fin de l'année suivante, l'équipe comprenait 9 scientifiques confirmés. L'une des premières phases du programme a été de constituer une collection de plus de 2 000 cultivars de matériel génétique de manioc en Amérique latine, région où la plante a subi une évolution. Ce matériel et d'autres souches supérieures ont fait l'objet d'un programme rigoureux de sélection et d'essais et des milliers de semences ont été produites dans le cadre d'un projet exhaustif de croisement; les nouveaux hybrides les plus intéressants ont déjà atteint le stade des essais à grande échelle.

Des études agronomiques, pédologiques, physiologiques, entomologiques et pathologiques visant à évaluer les caractéristiques et l'adaptabilité du matériel génétique collecté et des nouveaux hybrides sont mis au point pour soutenir le programme de sélection. Ce programme du CIAT s'adresse aux consommateurs, aussi plusieurs études sur l'économie de la production du manioc sur les petites fermes ont-elles été conduites afin d'apprécier la rentabilité des résultats de la recherche du Centre. Et dans cette optique, de nombreux travaux ont été effectués sur des aspects connexes tels que les méthodes d'entreposage, en vue de réduire la détérioration rapide du manioc après la récolte.

Un autre aspect important du programme du CIAT se rapporte à la formation de scientifiques de pays en développement. Bien qu'il intéresse aussi les études supérieures, ce programme porte principalement sur la formation pratique de vulgarisateurs et de chercheurs en les intégrant à des équipes de recherche sur le manioc dans des instituts nationaux.

L'élément de formation est étroitement relié au réseau de programmes nationaux de recherche sur le manioc en Amérique latine. En 1976, le

CRDI a assumé le coût du service d'un coordonnateur du réseau recruté par le CIAT qui assure le suivi des programmes de formation en visitant régulièrement les anciens stagiaires et les aidant à élaborer des programmes d'essai régionaux visant à évaluer le potentiel du matériel génétique et des nouvelles techniques créées par le CIAT dans le cadre de ses programmes de recherche et de développement nationaux.

Le Centre a également alloué des fonds à des programmes nationaux de recherche sur le manioc au Pérou, en Équateur et aux Antilles. Les études conduites au Pérou se rapportaient aux pratiques économiques, en Équateur, à une enquête agroéconomique nécessaire pour l'établissement des priorités de recherche. Quant au programme des Antilles effectué à l'Université des Indes-Occidentales, il avait pour objet l'accroissement de l'emploi et de la production du manioc, de la patate douce et de l'igname. Comme presque tous les programmes du CRDI mis en œuvre dans des universités, celui-ci prévoyait une solide formation au bénéfice d'étudiants diplômés.

Un autre programme réalisé dans la région de l'Amérique latine comportait l'attribution de fonds à des étudiants diplômés formés au CIAT pour des recherches sur l'emploi du manioc comme fourrage. Ces études ont été réalisées dans le pays d'origine de chaque étudiant, savoir la Bolivie, le Pérou et Costa Rica.

La subvention d'un programme réalisé au Brésil s'appliquait à la collecte de matériel génétique de manioc sauvages afin de déterminer si ces espèces pouvaient être avantageusement croisées avec des variétés cultivées. Cette recherche comprenait la collecte et la sélection de plusieurs espèces sauvages du Brésil central et l'expédition de semences au CIAT et à l'IITA. Malheureusement, les graines de manioc sauvage étaient stériles. Mais le CIAT tente aujourd'hui de découvrir la cause de ce problème et le scientifique qui a constitué la collection poursuit son travail au Nord-Est du pays, le deuxième des trois endroits du monde où on trouve en abondance des espèces de manioc sauvages.

Une subvention de 750 000 dollars de l'ACDI a permis aux institutions canadiennes de réaliser de nombreuses recherches fondamentales pour étayer le programme du CIAT. Au nombre des premières études, on trouve la perspective d'utilisation et de commercialisation du manioc (IDRC-020e) qui a attiré l'attention sur le développement du marché de manioc sec employé comme source énergétique dans les rations animales composées. Ces travaux permettent d'envisager que le marché international de chips et de granulés de manioc qui s'élevait en 1973 à environ 100 millions de dollars pouvait être cinq ou six fois plus important d'ici une dizaine d'années. En fait, la barre des 600 millions avait déjà été atteinte en 1978. Cette étude a également révélé que l'emploi du manioc pour l'alimentation animale pouvait être considérablement augmenté dans les pays en développement aussi bien que dans ceux de la CEE qui sont les principaux acheteurs sur le marché international des grains de provende.

À l'Université de Guelph, des études sur la physiologie de la croissance du manioc ont été réalisées par la culture en serres. D'autres recherches conduites à Guelph visaient à déterminer les symptômes de l'insuffisance

ou de l'excédent de micronutriments chez le manioc produit en culture hydroponique dans des pots remplis de terre artificielle. Cette étude faisait partie d'une recherche conjointe avec le CIAT et l'Université de Queensland (Australie) qui a fait l'objet d'une publication illustrée de photographies en couleur montrant les symptômes de la déficience minérale et de la toxicité chez le manioc (CIAT publication GE-16).

Des études sur la toxicité du manioc ont également été effectuées à Guelph en vue de connaître la nature fondamentale de la toxicité associée aux radicaux cyanogènes de la plante. Ces travaux ont été débattus au cours d'un séminaire et ils ont fait l'objet d'une publication du CRDI (IDRC-010e).

La plus importante composante canadienne de la recherche sur le manioc est une étude conduite par l'Université de Guelph. Ce programme visait à créer un fourrage riche en protéines par la conversion de l'amidon et de l'azote inorganiques en protéines microbiennes. Cette recherche a exigé la collaboration multidisciplinaire de divers départements de l'Université, notamment la microbiologie, la nutrition, la zootechnie, le génie agricole et la pathologie vétérinaire, à laquelle ont participé plusieurs étudiants diplômés venant surtout de pays tropicaux. Ce projet avait pour objectif la création d'un procédé microbiologique visant à minimiser les risques de toxicité pour le bétail et le personnel employé à la production des aliments. On a examiné divers organismes fongiques dont trois ont donné des résultats intéressants, applicables aux conditions des pays en développement.



Fermenteur pilote de la porcherie du CIAT : les protéines microbiennes sont fabriquées avec des racines de manioc comme source d'énergie.

Le projet a aujourd'hui atteint le stade de l'expérimentation sur le terrain du CIAT, d'un fermenteur pilote de 3 000 litres construit et testé à Guelph. Cet appareil fonctionne avec un mutant nonsporulant d'*Aspergillus niger*, champignon filamenteux qui ne se développe que dans un milieu très acide, à des températures dépassant 40°. L'expérimentation des produits du fermenteur sur les animaux n'est encore qu'à ses débuts mais on peut déjà passer à des expériences à grande échelle, l'appareil pouvant traiter de grandes quantités d'aliments riches en protéines.

Deux recherches très complexes ont été entreprises à l'université McGill de Montréal. Dans la première qui avait pour objet d'identifier l'agent responsable de la mosaïque du manioc en Afrique, les résultats ont été négatifs. Ce problème a été une grande énigme pendant plusieurs années mais il semble qu'une équipe de chercheurs anglais travaillant en Afrique de l'Est vient d'en découvrir le secret. À mi-chemin de la recherche, le CRDI a organisé un séminaire réunissant les scientifiques de McGill et ceux de l'Afrique de l'Est pour leur permettre d'échanger leurs points de vue et expériences avec d'autres chercheurs intéressés (IDRC-071e). La seconde étude effectuée par l'université McGill portait sur la classification de l'importante collection de matériel génétique du CIAT par l'analyse de la composition phénolique de différents cultivars. On a découvert que les cultivars parents pouvaient effectivement être regroupés selon cette technique qui cependant, ne permettait pas la corrélation de cette relation chimique avec les facteurs économiques tels que résistance aux maladies et aux insectes, rendement élevé ou maturité hâtive.

Le Laboratoire régional des Prairies de Saskatoon, relevant du Conseil national de recherches, est spécialisé en techniques de culture tissulaire. Grâce à un octroi de l'ACDI, les chercheurs de cet organisme ont pu créer des méthodes de culture du méristème et de la cellule du manioc. La première expérience a fait de grands progrès et on a mis au point une technique de reproduction de plants de manioc qui semblent exempts de mosaïque. Cette réussite est d'un intérêt particulier pour la production de manioc sain en Inde et en Afrique.

Le CRDI vient d'appuyer un modeste projet visant à étudier la possibilité de conserver le tissu méristématique du manioc dans de l'azote liquide à 196 °C pour compléter la recherche précédente. Si cette technique s'avérait probante, de grandes quantités de matériel génétique pourraient être entreposées à peu de frais pendant de longues périodes, ce qui serait un moyen beaucoup plus économique, sûr et pratique que la culture continue de toute la collection de matériel génétique sur des champs semenciers. De plus, si cette méthode assurait une protection adéquate contre la transmission de maladies, elle pourrait également être appliquée à l'expédition de matériel génétique, opération rendue complexe par les règlements phytosanitaires imposés par chaque pays.

Le dernier projet de ce chapitre est une recherche effectuée par l'Université du Manitoba sur les possibilités d'utilisation de la farine de manioc comme substitut partiel de la farine de blé pour la fabrication du pain. Ce procédé est intéressant pour les pays tropicaux non producteurs de blé en ce qu'il leur permettra de limiter les importations. La recherche a été couronnée de succès et elle a permis la mise au point d'un pain de goût

agréable fabriqué avec un mélange de 50 % de blé et 50 % d'autres farines. La réussite est en grande partie due à l'invention d'une méthode mécanique de préparation de la pâte par des passages répétés entre des rouleaux pour remplacer le procédé normal de fermentation.

Afrique

Il existe au Nigeria un important programme de recherche sur le manioc réalisé à l'IITA d'Ibadan, dont on a parlé plus haut. Ces travaux ne font pas double emploi avec ceux du CIAT puisqu'ils portent principalement sur la lutte contre la mosaïque commune du manioc répandue en Afrique et en Inde mais inconnue en Amérique latine et en Asie du Sud-Est.

Le programme de l'IITA s'attache principalement à l'identification de la résistance à la mosaïque commune du manioc et à l'introduction de ce caractère associé à un rendement élevé. On a donc mis en œuvre un programme à grande échelle de croisement et de sélection qui donne plus de 100 000 plantes de semis par année de 1 500 familles différentes. Les plantes les plus intéressantes sont ensuite expérimentées à divers endroits du Nigeria et d'autres parties de l'Afrique.

La brûlure du manioc est la deuxième maladie qui exerce le plus de ravages sur les récoltes. Jusqu'à présent, la situation n'était pas inquiétante en Afrique mais depuis que plusieurs épidémies ont été observées, surtout au Nigeria et au Zaïre, on craint que cette maladie n'entraîne des pertes de récolte aussi importantes que celles causées par la mosaïque. Bien que le CIAT ait déjà effectué de nombreuses recherches sur la brûlure, il a été nécessaire d'adapter à l'Afrique les méthodes de lutte contre cette maladie, les méthodes de culture et les souches de l'agent pathogène local étant particulières au continent. Le CRDI a accordé un octroi à l'IITA pour lui permettre de mettre en œuvre un important projet de recherche sur ce problème, et d'établir une carte de la fréquence et de l'étendue de la maladie sur le continent. Deux autres projets de recherche sur le manioc sont actuellement en cours à l'Université d'Ife à l'est du Nigeria, grâce à l'assistance financière du CRDI. Le premier porte sur la possibilité d'employer le manioc pour l'alimentation animale en Afrique de l'Ouest et il s'attache particulièrement à l'identification des sources de protéines locales les plus aptes à compléter les fourrages du manioc en vue d'équilibrer les rations. Cette étude serait d'une importance particulière si le programme alimentaire accéléré du Nigeria, fortement soutenu par l'IITA, donnait lieu à la décision d'augmenter considérablement la production nationale de manioc. L'emploi des surplus comme fourrage est d'autant plus intéressant que le marché d'aliments protéiques pour les animaux peut absorber une demande plus élevée, l'économie du Nigeria étant en pleine expansion, alors que le marché du manioc pour l'alimentation humaine est relativement limité et stable. Le second projet réalisé par l'Université d'Ife est une étude des divers facteurs socio-économiques tels que le revenu, l'emploi, la commercialisation et le coût des produits finis c'est-à-dire une production mécanique plutôt que traditionnelle du « gari », aliment de base du Nigérian. La préparation du gari est une opération effectuée par chaque petit village mais on a récemment lancé un appareil très coûteux qui en mécanise entièrement la production. Il existe également un procédé tech-

nique qui se situe entre ces deux extrêmes. Dans le cadre du présent projet, l'Université examine les trois procédés en termes de coût et de rendement, sur le plan social et économique, afin d'aider le gouvernement à élaborer des politiques à long terme dans ce domaine.

Le procédé de fermentation intervient dans la production du gari pour éliminer les glucocides cyanogéniques contenus dans le manioc dont on a parlé précédemment. Les populations de certaines régions d'Afrique qui consomment du gari insuffisamment traité connaissent de graves problèmes toxiques, soit le crétinisme chez les enfants et le goitre chez les adultes provoqués par un trouble du métabolisme de l'iode. Ce problème est singulièrement aigu au nord du Zaïre où on enregistre de nombreux cas de goitre dans la population de 600 000 habitants. Pour cette raison, la division des Sciences de la santé du CRDI a alloué un octroi à l'IRSAC, Institut de recherche scientifique de l'Afrique centrale à l'est du Zaïre ainsi qu'à l'Université de Bruxelles en Belgique, pour examiner d'une part le rôle du manioc dans la métabolisation de l'iode au Zaïre et d'autre part si l'ingestion d'iode peut constituer une mesure prophylactique efficace dans ces régions où la consommation de manioc est très élevée.

Le CRDI appuie financièrement deux grands programmes nationaux de recherche sur les tubercules alimentaires en Afrique. Le premier est réalisé au Cameroun où l'ONAREST, Institut national de recherche agricole, vient de mettre en œuvre un programme d'introduction, de sélection et d'essai de matériel génétique d'une série de tubercules alimentaires tropicaux. Le second projet, effectué à Zanzibar, porte sur le même objectif tout en s'intéressant davantage au manioc, qui fournit aux populations de ce pays la moitié de la prise énergétique.

L'intérêt accru pour le manioc au cours de la dernière décennie a entraîné un mouvement de matériel génétique — quelquefois illégal — au-dessus des frontières. Ceci expliquerait l'apparition en Afrique de deux ennemis du manioc originaires de l'Amérique latine où les prédateurs et parasites naturels parviennent à lutter efficacement contre eux. Il s'agit d'une espèce de cochenille (*Phenococcus manihoti*) signalée au Zaïre, au Congo Brazzaville, au Nigeria et au Sénégal et de la mite verte (*Mononychellus tanajoa*) qui après avoir été introduite accidentellement en Ouganda en 1972, s'est répandue dans toute l'Afrique humide et s'étend aujourd'hui de Zanzibar à la côte ouest. Ces deux ennemis du manioc causent des dégâts particulièrement graves à certains moments de l'année. Ils font l'objet d'une étude à l'échelle internationale réalisée par l'Institut de lutte biologique du Commonwealth grâce à une subvention du CRDI. Les travaux effectués à la Station expérimentale de Trinidad portent sur l'identification de parasites et de prédateurs naturels dont quelques spécimens intéressants ont pu être déterminés au début du programme ; ils sont actuellement étudiés sur le terrain en Afrique en fonction de leur performance.

Asie

Bien que l'Asie soit appelée le grenier à riz du monde, c'est le manioc qui est la nourriture de base dans diverses parties du continent. Ceci est

vrai pour l'Asie du Sud-Est où le manioc constitue la source principale d'hydrate de carbone dans les états de Kerala et à un moindre degré, de Tamil Nadu. Le CTCRI, Institut central de recherche sur les tubercules alimentaires établi à Trivandrum près de la pointe sud du continent, possède l'équipe de spécialistes en tubercules, la plus importante du monde.

Les travaux du CTCRI portent principalement sur la sélection de matériel génétique à rendement élevé et résistant à la maladie. L'Institut n'a jamais eu les ressources nécessaires à l'échange d'expériences et de scientifiques avec les autres instituts intéressés au même domaine et n'a jamais disposé que de budgets limités pour introduire dans les champs des fermiers les résultats de ses recherches. Grâce à une subvention du CRDI, le CTCRI peut aujourd'hui établir une unité pour l'introduction des plantes, les essais internationaux ainsi que l'évaluation du nouveau matériel génétique du CIAT, de l'IITA et d'autres instituts. Des fonds ont été aussi alloués à une unité de recherche opérationnelle qui enquête sur les façons culturales des fermiers et évalue l'impact et le succès des techniques et du matériel du CTCRI sur les terres des agriculteurs. Dans la région où l'unité travaille, ces terres n'ont pas plus de 0,20 hectare et la moitié de cette superficie est consacrée à la culture du manioc. La marge d'erreur est extrêmement limitée dans de telles conditions et une recherche fructueuse pourrait produire un impact considérable, étant donné la densité de la population et la nécessité d'obtenir une production maximale.

Au sud de l'Inde où il constitue une importante nourriture de base, le manioc est très sensible aux fluctuations de l'offre. Aussi, le CTCRI examine-t-il avec une attention particulière les problèmes post-récolte c'est-à-dire le séchage, l'entreposage, le traitement et l'emploi de la céréale. Il est impératif d'apporter des améliorations dans ces domaines afin de stabiliser le marché, surtout si les fermiers adoptent largement les résultats de la recherche du CTCRI sur les rendements élevés.

Le CRDI soutient également les programmes nationaux de recherche sur le manioc de Sri Lanka et de la Malaysia. Les travaux entrepris par des scientifiques de l'Institut central de recherche agricole de Peradeniya (Sri Lanka) portent sur l'amélioration du manioc et de la patate douce. Bien que ce pays soit voisin de l'Inde où ces deux récoltes sont attaquées par diverses maladies virales, elles en sont encore exemptes à Sri Lanka ; un soin particulier doit donc être apporté à l'importation de matériel génétique. La même vigilance s'impose en Malaysia où MARDI, l'Institut malaysien de développement et de recherche agricole a été chargé de la réalisation du projet du CRDI qui a affecté au programme un conseiller pour les quatre premières années. Plusieurs scientifiques malaysiens ont au cours de cette période acquis une formation accélérée au CIAT et dans le cadre de ces deux projets, des fonds avaient été alloués à plusieurs membres des équipes nationales pour leur permettre d'entreprendre des recherches en vue de l'obtention d'une maîtrise, tout en travaillant au programme.

Un deuxième projet de recherche réalisé par l'Université de Malaysia concernait l'emploi du manioc comme fourrage. Ces travaux comprenaient l'étude de techniques de fermentation microbiologique pour augmenter la teneur en protéines du manioc. Le procédé choisi, différent de celui adopté

à Guelph, a aussi été moins concluant. Cependant, les études ont été valables en ce qu'elles ont permis d'identifier les facteurs limitants de l'emploi de proportions élevées du manioc dans les rations pour volailles et porcs.

C'est à l'université Khon Kaen au nord-est de la Thaïlande que se déroule un autre projet, surtout centré sur la recherche de la relation entre la composition chimique du manioc et sa valeur nutritionnelle comme fourrage. Il s'agit là d'un volet particulièrement important pour ce pays qui est de loin le plus grand exportateur de manioc au monde. Les chips et granulés de manioc ont apporté en 1978 un revenu de 600 millions de dollars, les plaçant au premier rang des produits d'exportation du pays. Le volume est tel qu'il concurrence aujourd'hui les sources alimentaires énergétiques traditionnelles et à ce stade, il est impératif pour la Thaïlande d'améliorer ses normes de contrôle de qualité pour prévenir l'établissement des nouvelles barrières tarifaires envisagées.

Pour assister la Thaïlande dans cette tâche, le CRDI a accordé une subvention à l'AIT, Institut asiatique de technologie de Bangkok afin de trouver des moyens d'améliorer les méthodes de préparation de chips et l'équipement qui sert à les transformer en granulés afin d'en réduire le volume. Ces deux projets font suite aux recommandations faites au cours d'un séminaire sur le traitement et l'entreposage du manioc, tenu en Thaïlande en 1974 (IDRC-031e, disponible en thaï).

L'Indonésie, le plus grand producteur de manioc de l'Asie, vient d'entreprendre un programme national de recherche sur les tubercules alimentaires. Le CRDI n'apporte aucune contribution à ce niveau mais il appuie une recherche effectuée par l'Université de Brawijaya à l'est de Java. Ces études sont fondées sur la découverte d'un petit fermier de la région qui a observé que la greffe de *Manihot esculenta*, manioc cultivé, sur *Manihot glaziovii*, plante parente appelée caoutchoutier Ceara et cultivée pour son ombre, produisait des tubercules de grande taille. Le caoutchoutier Ceara donne une importante voûte de feuillage mais de petits tubercules.



Râpes à manioc utilisées en Thaïlande où le CRDI aide à l'amélioration des méthodes de transformation.

La greffe Mukibat, du nom de son inventeur est une méthode largement pratiquée par les paysans de l'est de Java. Les scientifiques de l'Université de Brawijaya tentent d'adapter le procédé à l'échelle commerciale afin d'augmenter la production de manioc dans la région, d'une part parce que cette culture entre dans l'alimentation quotidienne et d'autre part, parce qu'on y fabrique de l'amidon et des granulés pour l'exportation.

Le programme national de recherche mis en œuvre aux Philippines est le dernier projet du CRDI mentionné dans cette section. Il a été établi par le PCARR, Conseil philippin de recherche en agriculture et en ressources, relativement récent, qui a fondé un nouveau centre national de recherche sur les tubercules alimentaires au Collège agricole de l'État Visayas sur l'île de Leyte, grande région productrice de tubercules. Le programme, effectué en coopération par six centres de recherche, comprend des études sur la patate douce, les aroïdées et sur le manioc. La contribution du CRDI s'applique à la constitution de bourses de formation pour l'étranger, au financement d'études agro-économiques et au suivi des recherches.

Étant donné la distance qui sépare l'IITA du CIAT, le CRDI a retenu les services d'un cadre du CIAT pour coordonner ces deux programmes. Établi aux Philippines au SEARCA, Centre régional d'agriculture pour l'Asie du Sud-Est, ce coordonnateur prête son aide aux divers programmes de recherche nationaux en Asie et à la sélection des stagiaires au CIAT, soit dans le cadre des programmes nationaux ou du propre programme de formation du CIAT ; il conseille également ces stagiaires dans la préparation de leurs programmes de recherche avant leur retour au pays.

Systèmes cultureux

Le réseau des systèmes cultureux est l'un des plus importants des SAAN. Bien que toutes les recherches soient étroitement reliées à l'amélioration de la productivité et au bien-être des populations rurales, les petits agriculteurs refusent quelquefois d'adopter de nouvelles techniques pour diverses raisons, notamment : lorsqu'elles ne conviennent pas à leurs conditions ; lorsque leur rentabilité ne compense pas les risques élevés de leur emploi, surtout lorsque l'intéressé ne possède pas les connaissances techniques ou la compétence nécessaires à retirer un profit maximal de l'innovation ; le marché peut être trop limité pour que le fermier puisse tirer des profits raisonnables d'une production accrue ; ou tout simplement, lorsqu'il ne dispose pas des fonds requis pour encourir les dépenses supplémentaires pour rentabiliser les techniques améliorées. En d'autres mots, il reste enfermé dans le cercle vicieux d'une faible productivité.

Pour résoudre ce problème extrêmement complexe, et généralisé, le CRDI a subventionné de nombreuses recherches dans plusieurs pays en vue de déterminer les obstacles réels qui s'opposent à l'adoption des nouvelles techniques par les petits fermiers, d'identifier les techniques ou autres formules de production susceptibles d'aider à renverser ces obstacles et en dernier lieu d'introduire les nouvelles techniques et les expérimenter sur les terres des fermiers afin de leur permettre de choisir les nouveaux procédés et de les adapter à leurs propres besoins.

Amérique latine

En 1971, l'ICA, Institut agricole de Colombie, a décidé de restructurer son programme de développement rural intégré à l'instar du projet Puebla réalisé au Mexique. L'Institut a demandé l'aide du Centre pour la définition de la méthodologie et l'identification des techniques d'évaluation du programme ; le détachement d'une petite équipe de trois spécialistes auprès de l'ICA constitue une partie de l'un des premiers projets du CRDI.

Les objets du projet de Caqueza ont été les mêmes que ceux généralement définis pour les études semblables subventionnées au cours de cette période, à savoir, introduction et essais de cultivars de maïs à rendement élevé associés à un ensemble de pratiques agronomiques et à l'emploi d'engrais aptes à augmenter considérablement la production. Il est devenu évident, au cours des années, que cette approche devait être modifiée en fonction des obstacles réels qui s'opposaient à la production des petits fermiers des régions montagneuses de Caqueza où le projet se déroulait. Par exemple, on a découvert que les paysans de ces régions pratiquaient des méthodes complexes de polyculture. Les chercheurs ont vite réalisé que les agriculteurs savaient répartir rationnellement leurs ressources selon leurs possibilités et que le manque d'argent et le risque comptaient

parmi les plus importants obstacles à la production. Même si les rendements de maïs pouvaient être triplés par l'emploi de variétés à rendement élevé, d'engrais et de pesticides, ces conditions multipliaient par sept le coût des investissements requis et le risque de fluctuation des prix et de la production devenait quinze fois plus élevé. On a aussi découvert que la structure du marché permettait une trop grande concurrence qui entraînait la fluctuation des prix.

Même si les techniques améliorées recommandées aux fermiers pouvaient leur donner un revenu quatre fois supérieur, le taux d'adoption restait très faible pour les raisons déjà mentionnées. Pour corriger cette situation, il était donc nécessaire de modifier les objets du projet en vue d'identifier les obstacles réels et de réduire les facteurs limitants de la production des petits fermiers. Une usine de production de maïs a donc été établie en système coopératif, où les semences, les engrais et les insecticides étaient fournis à crédit aux fermiers qui s'engageaient en retour à partager à parts égales avec la coopérative toute production dépassant 800 kilos à l'hectare. Un nouveau système de commercialisation était né.

Cette organisation a grandement réduit les difficultés en termes de risques, besoins de liquidité et commercialisation. En conséquence, les agriculteurs ont été plus nombreux à adopter les méthodes améliorées de sorte que leurs profits et ceux de la coopérative se sont élevés.

Ce projet a démontré que la recherche de nouveaux systèmes de production devait dépasser la simple création d'ensembles pour augmenter les rendements et même les profits par hectare. Des études comparatives devraient également être effectuées pour analyser les facteurs socio-économiques, les risques, les investissements et les besoins en main-d'œuvre des nouvelles technologies et du système traditionnel.

Bien que les champs d'essai et le nombre de fermiers directement concernés par le projet Caqueza aient été relativement restreints, la philosophie et la méthodologie développées par l'Institut au cours de ce projet, les diverses études effectuées de même que les nombreux employés de l'Institut qui ont été formés à ces méthodes de recherches ont contribué à une réorientation de l'approche de tout le service de vulgarisation de recherche agricole de Colombie, qui a davantage été axé sur les fermes et une meilleure intégration des activités de recherche et de vulgarisation. Conformément à cette nouvelle philosophie, des programmes de développement rural intégrés ont été mis en œuvre dans toutes les régions de la Colombie.

Le projet de Caqueza ainsi que d'autres programmes semblables ont suscité un intérêt considérable au CRDI aussi bien que dans d'autres organismes, l'approche nouvelle de la recherche et du développement paraissant pouvoir faire sortir le petit fermier du cycle de pauvreté où il était enfermé et faire réellement progresser le développement rural.

Deux autres études restreintes viennent d'être mises en œuvre au Honduras et au Nicaragua par CATIE, Centre de formation et de recherche en agriculture tropicale, organisme établi à Costa Rica qui conduit des recherches en collaboration avec les pays de l'Amérique centrale.

Le début de ces deux projets est concentré sur l'élargissement de la base de données sur les systèmes cultureux dans les domaines choisis par chaque pays. Des études détaillées sont effectuées sur les systèmes de production des fermes, leur gestion, les ressources en terres, main-d'œuvre et capital ainsi que sur divers facteurs relatifs à l'agroclimatologie et à l'utilisation des terres. La collecte permanente des données est effectuée avec le concours de quelques fermiers choisis, pendant au moins un an, et comprend des informations concernant la main-d'œuvre, les investissements et les dépenses, la commercialisation, la disponibilité du crédit et autres sujets. Ces renseignements de base serviront à établir et expérimenter les systèmes cultureux améliorés, d'abord sur les champs d'essai et ensuite sur les terres des fermiers.

CATIE profitera de la grande expérience qu'il a acquise dans la région sur la recherche en systèmes cultureux en introduisant et en expérimentant à divers endroits les résultats concluants des recherches précédentes. Les essais de monoculture et de polyculture seront concentrés sur des ensembles améliorés de maïs, fève, sorgho et riz, ces quatre cultures étant importantes dans ces deux pays. Les fermiers participeront activement à l'élaboration des améliorations de leurs systèmes cultureux traditionnels et aux changements recommandés.

Le Centre subventionne un projet de recherche du même domaine bien que différent, réalisé par WINBAN, Association des planteurs de bananes des Iles au Vent, établie à Ste-Lucie, aux Indes-Occidentales.

Des enquêtes de nutrition ont révélé que 70 à 80 % de la population de quelques îles des Indes-Occidentales souffraient d'une alimentation déficiente et que les importations de vivres étaient considérables dans ces pays. La banane est la principale culture d'exportation des îles et plus de 70 % des planteurs dont les terres mesurent moins de 10 hectares, produisent à peine cinq tonnes de bananes par année. Presque toutes les petites plantations pratiquent la culture associée avec une grande variété d'autres cultures vivrières, notamment le taro, le manioc, le maïs, le pois d'Angole et autres cultures. La culture des bananes se fait aussi souvent en association avec divers types de plantains ou d'arbres fruitiers.

Malgré les nombreuses recherches effectuées par la WINBAN sur les pratiques agronomiques requises pour augmenter la production commerciale des bananes, on connaît peu de choses sur l'interaction des bananiers et des cultures associées. On a donc entrepris l'examen des modèles de culture en usage dans les îles afin de définir les paramètres et identifier les obstacles principaux qui s'opposent à l'augmentation de la production globale. Ces données serviront à élaborer des façons culturales améliorées et à les expérimenter avec l'entière collaboration des agriculteurs.

Un autre programme éventuellement très utile aux recherches sur l'amélioration des cultures et des systèmes cultureux, conduit par un pédologue de l'IFDC, Centre international de développement des engrais, est en voie de réalisation au CIAT en Colombie. Cette recherche subventionnée par le CRDI porte sur l'emploi efficace des phosphores dans les cultures tropicales. Sous les tropiques, presque la moitié des terres cultivables est constituée de sols extrêmement acides et carencés en



Culture intercalaire au CATIE (Costa Rica) : succès de l'association soja + maïs.

phosphore. La plupart des petits fermiers de ces pays n'emploient pas d'engrais, le prix croissant des fertilisants importés étant trop élevé pour leurs revenus.

D'autre part, plusieurs pays en développement ont des gisements de phosphate de calcium pour la plupart inexploités parce qu'on ne les croit pas utilisables sans transformation. Le programme du IFDC porte sur la caractérisation des phosphates de calcium de plusieurs pays en développement et sur la réalisation d'expériences en laboratoire et en serres aux États-Unis, sur le terrain en Colombie, pour déterminer les dosages et les méthodes les plus appropriés aux divers sols tropicaux.

Afrique

L'équilibre écologique des pays sahéliens a été particulièrement compromis par la sécheresse de la fin des années 1960 et du début des années 1970 ainsi que par l'accroissement des populations humaines et animales. Le CRDI a affecté des fonds au Gouvernement du Mali pour l'aider à effectuer une recherche sur les défauts du système cultural actuel dans une région définie du sud du pays. Le projet commencera par un relevé de l'utilisation des terres et une enquête économique portant sur un nombre important de fermes dont on retiendra un échantillon pour une enquête de gestion plus détaillée. Comme ce fut le cas pour le projet de Caqueza, on espère que ces études permettront de dégager les domaines

où la recherche doit être effectuée en priorité. On introduira et expérimentera ensuite les techniques améliorées, les méthodes nouvelles de production, les mesures de commercialisation et de crédit relatives aux cultures et à l'élevage, avec le concours des fermiers intéressés.

À l'Université du Bénin (Togo), cinq scientifiques de la Faculté d'agriculture travailleront à une petite recherche complémentaire sur les systèmes cultureux. Ces travaux porteront surtout sur l'examen d'une gamme de pratiques agricoles améliorées expérimentées sur la ferme de l'Université et sur les terres des fermiers locaux, dont l'adoption pourrait résoudre les problèmes des agriculteurs. Après essais complets sur la ferme expérimentale, les méthodes seront contrevérifiées sur d'autres petites fermes voisines de l'Université. L'agencement de cette recherche permet à de jeunes Togolais, membres du personnel de la Faculté d'agriculture, de s'initier à la recherche appliquée et de suivre les cours accélérés de formation dispensés dans des institutions telles que l'IITA, Institut international d'agriculture tropicale du Nigeria, pays voisin. (Un autre projet du CRDI relatif à la production et aux systèmes cultureux de la banane-plantain, culture très importante, se déroule actuellement au Cameroun.)

ADRAO, Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest, étudie la riziculture irriguée et les méthodes de production à Richard Toll/Fanaye sur la rive du fleuve Sénégal au nord du pays.

La consommation de riz en Afrique de l'Ouest a récemment augmenté plus rapidement que la production, situation qui nécessite des importations de l'ordre de près de 240 millions de dollars par année. Quatorze pays de cette région, francophones et anglophones se sont groupés en 1970 pour fonder l'ADRAO dans le but d'augmenter la production rizicole. Pour aider l'association à définir son programme de travail, le CRDI a retenu les services de l'ex-directeur général de l'IRRI, Institut international de recherche sur le riz, à titre de conseiller. Ayant constaté l'énorme potentiel d'irrigation inexploité des deux plus grands importants fleuves d'Afrique de l'Ouest, le Sénégal et le Niger, l'expert-conseil a recommandé au CRDI d'aider l'ADRAO à effectuer une recherche en vue d'explorer la possibilité de transférer dans cette région les variétés de riz à rendement élevé et les techniques appropriées mises au point en Asie du Sud-Est.

Étant donné que ces variétés exigent une maîtrise complète de l'eau, l'amélioration de la gestion de l'eau dans le contexte de l'Afrique de l'Ouest constitue un volet important de la recherche. On apportera également un soin particulier aux essais de divers systèmes cultureux en se fondant sur les résultats d'IRRI et des divers projets subventionnés par le CRDI en Asie du Sud-Est dans ce domaine. Les expériences porteront sur trois récoltes successives de riz ainsi que des cultures en rotation, sous irrigation, pendant la saison d'hiver plus froide. On effectuera des études économiques sur les différents systèmes cultureux de riziculture irriguée en usage dans la région et les conclusions de la recherche effectuée à Richard Toll feront l'objet d'expériences sur des petites fermes de la région.

En Afrique de l'Est, l'Université de Nairobi (Kenya), conduit une étude restreinte sur l'amélioration des cultures en rotation et des systèmes

cultureaux pour les hautes terres populeuses de cette région. L'accroissement de la population entraîne l'abandon de la culture itinérante pratiquée dans plusieurs parties des Tropiques. Cette situation se retrouve surtout dans les hautes terres, comme par exemple les hauts plateaux voisins de Nairobi où les fermiers doivent se sédentariser, ce qui se traduit par l'exploitation continue des terres. Ces pratiques conduisent à l'érosion et à l'épuisement généralisé des sols de plusieurs zones, particulièrement celles à haute pluviosité, à forte inclinaison où les sols deviennent relativement stériles. De plus, les terres sont attaquées par divers insectes, maladies et plantes adventices. Les essais porteront sur les cultures de maïs, blé, pommes de terre, patates douces, féverole commune, graines de soja, de lin et de tournesol. On comparera toutes les successions possibles et leur interaction sera étudiée en fonction de la fertilité du sol. Les résultats de ces travaux serviront de base à l'élaboration de nouveaux systèmes cultureaux améliorés.

Moyen-Orient

Au Moyen-Orient, la production vivrière fait face à des difficultés particulières à cette région à climat méditerranéen semi-aride, c'est-à-dire, des étés secs et des hivers pluvieux. Plusieurs pays ont recours à des importations alimentaires nettes, la productivité des systèmes agricoles traditionnels étant faible. En plusieurs endroits, on pratique l'assolement biennal, c'est-à-dire qu'après avoir cultivé un champ de blé ou d'orge, on le laisse en jachère pendant une année pour recommencer l'année suivante. Avec les sempiternels troupeaux de moutons et de chèvres qui broutent les chaumes d'orge ou de blé sur les terres en jachères, les rendements sont généralement faibles et les paysans relativement pauvres.

Le CRDI a accepté de contribuer à la mise en œuvre du nouveau programme d'amélioration des légumineuses fourragères d'ICARDA, Centre international de recherches agricoles dans les zones sèches. Les résultats de cette recherche seront éventuellement extrêmement valables pour l'amélioration des systèmes cultureaux de la région.

De plus, le Gouvernement de la Syrie a sollicité l'aide du CRDI pour une étude sur l'intensification des cultures. En effet, on évalue à plus de 1 million d'hectares les terres des régions humides et subhumides laissées en jachère chaque année. La production agricole est également extrêmement faible due à l'érosion du sol, au surpâturage et à l'action des adventices. La désertification progressive des pâturages marginaux constitue un autre grave problème.

Le Gouvernement a établi un ambitieux programme visant à remplacer le procédé traditionnel de jachère par un système de cultures et d'élevage plus productif. En adoptant l'assolement, soit culture du blé suivant celle des lentilles, les rendements ont été supérieurs dans certains cas, mais jamais inférieurs à ceux du blé cultivé sur jachères.

Attendu la similarité des conditions climatiques, quelques légumineuses fourragères (principalement *Medicago* spp.), originaires de la Méditerranée ont été introduites avec succès au sud de l'Australie; elles ont été grandement améliorées et ont considérablement augmenté la

production agricole et fourragère. Les variétés améliorées de l'Australie seront comparées aux légumineuses cultivées au Moyen-Orient afin de déterminer leur performance en fonction de l'amélioration de la fertilité des sols et de l'élevage en Syrie. Mais il faut encore effectuer de nombreuses recherches sur les pratiques agronomiques et surtout sur les fertilisants, afin de déterminer les systèmes culturaux les plus appropriés aux diverses zones écologiques du pays. Ces systèmes devront ensuite être expérimentés et adaptés à la situation des fermiers à travers tout le pays. À l'instar des autres projets, la formation constitue une importante composante de la présente recherche au cours de laquelle des scientifiques syriens seront formés aux études sur les systèmes culturaux.

Asie

Depuis 1972, on assiste à une rapide progression du programme des systèmes culturaux subventionné par le CRDI en étroite collaboration avec le réseau des systèmes culturaux de l'Asie du Sud et du Sud-Est de l'IRRI. Au cours des années 1960, la production rizicole a considérablement augmenté dans les régions irriguées de l'Asie du Sud et du Sud-Est grâce aux nouvelles variétés créées par l'IRRI, à rendement élevé, à tige courte et réagissant bien aux engrais. Mais au début des années 1970, on a constaté que ces innovations n'avaient pas profité aux petits fermiers des basses terres pratiquant la riziculture pluviale et qu'il y avait un besoin urgent d'intensifier la production de toutes les cultures pluviales, surtout celle du riz, dans les régions les plus peuplées.

Cet objectif pourrait être réalisé de différentes manières : une solution intéressante serait de cultiver deux récoltes successives de riz hâtif par semis direct dès le début de la saison des pluies et de transplanter une seconde récolte dès la moisson de la précédente. Ce procédé a permis d'obtenir des rendements annuels de l'ordre de 7 à 10 tonnes de paddy par hectare comparé à 2 à 4 tonnes, moyennes obtenues par les fermiers. L'IRRI a aussi multiplié la production en cultivant plusieurs autres céréales en rotation ou en association avec le riz.

À l'instar du projet de Caqueza que des membres de l'IRRI ont contribué à réaliser, le programme de l'Institut a valorisé dès le début la recherche chez les exploitants agricoles. On a progressivement mis au point une méthode de recherche économique et agronomique comprenant la description de l'environnement en termes agroclimatiques et socio-économiques; l'étude de leur interaction entre l'environnement et les techniques; la création et l'évaluation des changements techniques; et l'établissement et l'expérimentation des façons culturales améliorées.

Étant donné que la nature d'une grande partie de la recherche est « particulière à un lieu donné », l'IRRI a établi un solide réseau de programmes coopératifs dans les pays producteurs de riz de l'Asie du Sud-Est. Une importante fonction de ce réseau est de mettre à la disposition des chercheurs de tous les organismes participants un programme extensif de formation aux systèmes culturaux, surtout à l'IRRI. On a formé un groupe de travail qui se réunit régulièrement dans chaque pays à tour de rôle afin de comparer les expériences et planifier les futurs programmes. Par cette

approche, l'IRRI a réussi à donner aux programmes de recherche des pays membres une nouvelle philosophie, il est parvenu à constituer un noyau de chercheurs compétents et à établir une méthodologie de recherche sur les systèmes cultureux réalisés chez les exploitants mêmes. Le matériel génétique amélioré et les autres composantes techniques provenant des autres programmes de l'IRRI apporteront une contribution valable aux systèmes cultureux appropriés que les institutions nationales doivent mettre au point et adapter aux conditions agroclimatiques et socio-économiques de chaque milieu.

Une des premières activités parallèles, rattachées plus tard au réseau des systèmes cultureux de l'IRRI a été le programme de multiculture de l'Université des Philippines à Los Baños (UPLB). Ce programme était centré sur la culture légumière suivant la récolte de riz, effectuée dans des conditions données. Une attention particulière a été apportée à l'organisation rationnelle des services de soutien du programme de recherche relatif aux fermiers. Les expériences ont d'abord été conduites en 1972 dans six villages voisins de Los Baños pour s'étendre à 18 autres agglomérations en janvier 1974. Les fermiers plantent une grande variété de légumes en rotation avec le riz ou en culture intercalaire avec les cocotiers, notamment les pastèque, concombre, mungo, tomate, aubergine, niébé, courge, maïs, arachide, patate douce, igname, gingembre, marante, et autres cultures spéciales.

Au début, on a détaché dans chaque village un technicien chargé de la vulgarisation auprès des fermiers qu'il a encouragés à se regrouper afin d'organiser en commun leurs achats, le crédit et la commercialisation des produits. Dans les localités où ces organisations ont rendu de réels services aux agriculteurs, elles ont continué à fonctionner même après le départ du technicien. Il était nécessaire de placer un vulgarisateur par village, ceux qui ont eu à desservir plusieurs localités n'ont obtenu que de maigres résultats sauf lorsqu'ils ont concentré leurs activités dans un seul ou dans deux villages voisins.

Presque tous les fermiers qui ont adopté la polyculture ont doublé et même triplé leurs revenus et on a pu observer dans leurs familles, la même progression en quantité et en variété d'aliments consommés. D'ailleurs, l'augmentation du poids et de la taille des enfants d'âge préscolaire témoignait de l'élévation du niveau nutritionnel des intéressés.

À la demande de l'IRRI, l'UPLB a mené une recherche sur la sélection de cultures de hautes terres pour les programmes de systèmes cultureux. L'Université ayant déjà des programmes de sélection avancés comprenant diverses cultures susceptibles de répondre aux besoins, elle était toute indiquée pour sélectionner les variétés susceptibles d'être cultivées avant, après ou en association avec le riz.

Les chercheurs ont constitué une collection de matériel génétique de diverses sources, notamment de centres internationaux et l'Université a pu obtenir le nombre suivant de lignées par plante : pour la tomate, 6 017, l'aubergine, 572, la fève soja, 1 221, le mungo, 2 105, l'arachide, 282, le niébé, 364, le maïs, 2 100, le sorgho, 599 et la patate douce, 716. On termine actuellement la sélection de ce matériel en fonction de sa con-

venance en polyculture. Le groupe de travail sur la polyculture fait parvenir les sélections les plus intéressantes aux divers programmes des pays membres du réseau qui procéderont à des essais dans les conditions locales. Les plus performantes, soit les variétés supérieures aux plantes locales, seront intégrées aux programmes nationaux de recherche et de développement de systèmes cultureaux.

Une recherche conjointe de l'IRRI et du BRRI, Institut de recherche sur le riz du Bangladesh, est un autre élément du réseau de systèmes cultureaux subventionné par le Centre. Bien que le riz soit l'aliment de base de ce pays, on y cultive aussi d'autres céréales; et il semble qu'on puisse intensifier la production agricole locale en introduisant des variétés à rendement plus élevé, ou d'autres cultures associées à des pratiques agromomiques appropriées. Des expériences sur le riz ont démontré que les rendements pouvaient être augmentés jusqu'à 40 % dans une région donnée et que sur les terres laissées généralement inexploitées pendant l'hiver, on pouvait récolter du blé lorsqu'on disposait de l'irrigation requise.

Malheureusement, l'aide alimentaire importée en quantités massives et la politique d'aliments à bon marché pour les citoyens se traduisent par des prix généralement inférieurs qui encouragent peu les fermiers à augmenter leur production. Cependant, quelques agriculteurs ont entrepris avec succès de cultiver du blé et il semble qu'ils peuvent envisager l'accroissement de ce nouveau marché. De même, les perspectives d'augmentation des cultures de différentes légumineuses à graines, de tubercules et de légumes semblent excellentes. Mais le programme de recherche nécessaire à la réalisation des objectifs précédents peut difficilement être réalisé par le Bangladesh qui manque de techniciens. Des membres du BRRI et d'autres centres de recherche du Bangladesh sont donc actuellement formés aux divers travaux requis pour l'exécution d'un programme national élargi sur les systèmes cultureaux, en voie d'élaboration.

À Sri Lanka, le CRDI a accordé un octroi au ministère de l'Agriculture pour la conduite d'une recherche sur les systèmes cultureaux des zones sèches et intermédiaires du pays. Dans le premier cas, la pluviosité est irrégulière et les fermiers se servent de petits réservoirs pour irriguer leurs terres, mais malgré cette formule héritée du premier siècle avant J.-C., ils n'ont que 75 % de chance d'obtenir une seule récolte de riz par année. Et pourtant, le pays a un besoin urgent d'augmenter sa production rizicole et celle des autres céréales.

Outre les expériences sur le riz, on effectue des essais sur le sorgho, le maïs, la patate douce, le manioc, le haricot velu, le niébé, la fève soja, l'arachide et des légumes tels que l'okra, l'oignon, le chili, l'aubergine et la tomate. Cependant, les conditions agroclimatiques de Sri Lanka étant extrêmement variées, chaque solution doit être adaptée à chaque zone agroécologique. Malgré tout, les travaux avancent rapidement et les fermiers se sont déjà intéressés aux façons culturales mises à l'essai.

La Thaïlande est un autre important pays producteur de riz où des études limitées sont effectuées depuis plusieurs années sur les systèmes cultureaux fondés sur le riz. En 1976, le ministère de l'Agriculture a sollicité l'aide du CRDI pour la conduite d'une vaste recherche sur les

systèmes cultureux dans quatre régions du pays où peu d'études avaient déjà été conduites.

Le Centre a détaché un expert auprès des scientifiques thaïlandais afin de les conseiller pour la réalisation de ce programme auquel l'université Kasetsart contribuera en formant des scientifiques et des techniciens. Les travaux et les résultats des études sont revus régulièrement par le personnel de l'IRRI qui participe également aux séminaires annuels organisés pour toutes les personnes intéressées à cette recherche. Environ 11 techniciens thaïlandais ont déjà été formés à l'IRRI et plusieurs d'entre eux poursuivront leurs études à l'UPLB en vue d'obtenir une maîtrise en sciences.

Le CRDI s'est aussi joint à l'IRRI pour soutenir un ambitieux programme de recherche que le gouvernement de l'Indonésie a établi pour améliorer les systèmes cultureux de Java et de Sumatra.

Projets de recherche sur le sorgho et le mil subventionnés par le CRDI

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
<u>Amérique latine et Canada</u>						
72-0073 74-0132	Mexique	Sorgho (CIMMYT)	Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT) Londres 40 Mexico 6, DF	I II	1972-1975 1975-1977	70 170 124 700
76-0134 78-0092	Mexique	Sorgho résistant au froid (ICRISAT)	Dr Vartan Guiragossian Sélectionneur de sorgho Institut international de recherches sur les cultures en zones tropicales semi-arides (ICRISAT) Apartado Postal 6-641 Mexico 6, DF	I II	1976-1978 1979-1980	198 600 122 500
78-0046	Costa-Rica	Cultures résistantes à la sécheresse (CATIE)	Dr Pedro Onoro Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica	I	1978-1981	180 000
72-0101 74-0107	Canada	Résistance à la sécheresse	M. J.-Marc Trudel Directeur Département de phytologie Université Laval Québec (Canada) G1K 7P4	I II	1973-1975 1975-1977	76 800 154 900

Projets de recherche sur le sorgho et le mil subventionnés par le CRDI (suite)

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
73-0129	Canada	Résistance à la sécheresse	Dr G.M. Simpson Directeur Centre de recherche pour le développement des cultures Université de la Saskatchewan Saskatoon, Saskatchewan (Canada) S7N 0W0	I	1974-1980	672 000
75-0019	Canada	Hybride sorgho/maïs (LRP)	Dr Burt Craig Laboratoire régional des Prairies Conseil national de recherches 110 Gymnasium Road Campus universitaire Saskatoon, Saskatchewan (Canada) S7N 0W9	I	1975-1978	104 500
Afrique						
72-0011	Sénégal	Sélection du sorgho, culture intercalaire et conservation des grains	M. Mahawa Mbodj Directeur Centre national de recherches agronomiques (CNRA) Bambey (Sénégal)	I	1972-1976	957 600
75-0088				II	1976-1978	380 000
72-0051	Afrique de l'Est	Amélioration du sorgho	M. Vincent Makumbi Acting Principal Research Officer in Charge Sorghum and Millet Unit P.O. Box Soroti Uganda	I	1972-1975	76 000
75-0116				II	1975-1977	132 500

72-0054 75-0110	Ouganda	Sorgho, éleusine (sorgho digité) et pois d'Angole	Dean of Agriculture Makerere University P.O. Box 7062 Kampala, Uganda	I 1972-1976 II 1976-1978	195 050 171 500
72-0025 74-0087	Tanzanie	Culture intercalaire	Prof. A.P. Uriyo Doyen intérimaire Faculté d'agriculture, de foresterie et de médecine vétérinaire Université de Dar-es-Salaam B.P. 643 Morogoro (Tanzanie)	I 1972-1975 II 1975-1979	120 570 597 000
75-0037	Rwanda	Sorgho, triticales, oléagineux	Le Directeur Général Institut des sciences agronomiques du Rwanda (ISAR) Station de Rubona B.P. 138 Butare (République Rwandaise)	I 1976-1979	197 000
72-0095 74-0023	Éthiopie	Amélioration du sorgho	Dr Brhane Gebrekidan Ethiopian Sorghum Improvement Project (ESIP) P.O. Box 414 Nazareth, Ethiopia	I 1973-1975 II 1975-1978	195 300 560 000
76-0103	Kenya	Résistance aux insectes (ICRPE)	Prof. T.R. Odhiambo Director The International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICRPE) P.O. Box 30772 Nairobi, Kenya	I 1977-1979	322 600

Projets de recherche sur le sorgho et le mil subventionnés par le CRDI *(suite)*

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
78-0112	Swaziland	Culture intercalaire	Prof. W. Godfrey Sam-Aggrey Head Crop Production University College of Swaziland P.O. Luyengo Swaziland	I	1979-1982	143 400
Moyen-Orient						
73-0010	Liban	Sorgho, mil, légumineuses (ALAD)	Directeur	I	1973-1975	680 300
75-0031			Programme de développement des terres arides (ALAD) B.P. 2379 Beyrouth (Liban)	II	1975-1976	600 000
Asie						
75-0072	Inde	Mils	Dr G. Harinarayana All India Coordinated Millet Improvement Project Mahatmaphula, Krishi Vidyapeeth, Rahuri, 413722 India	I	1978-1980	530 000
74-0058	Thaïlande	Cultures des régions semi-arides	Head Department of Plant Science Faculty of Agriculture Khon Kaen University Khon Kaen, Thailand	I	1975-1980	311 000

73-0041	Papouasie Nouvelle- Guinée	Sorgho/maïs	Dean Department of Agriculture University of Papua New Guinea Box 4820, University Post Office Papua New Guinea	I	1975-1978	140 200
<u>Europe</u>						
75-0043	Angleterre	Polyphénols (Sheffield)	Dr Eddi Haslam University of Sheffield Western Bank Sheffield S10 27N England	I	1975-1977	25 100
76-0102				II	1978-1979	24 900
<u>Plantes adventices</u>						
73-0015	Angleterre	<i>Striga</i> (Sussex)	Prof. A.W. Johnson FRS	I	1973-1975	47 700
75-0065			School of Molecular Sciences University of Sussex	II	1975-1976	107 500
76-0101			Falmer Brighton BN1 9QJ England	III	1976-1978	84 100
78-0085	Angleterre	<i>Orobanche/Striga</i> (Sussex)	Prof. A.W. Johnson FRS School of Molecular Sciences University of Sussex Falmer Brighton BN1 9QJ England	I	1979-1981	88 600

Projets de recherche sur le sorgho et le mil subventionnés par le CRDI (*fin*)

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
77-0041	Soudan	<i>Striga</i>	Prof. Ali E. Kambal Department of Agricultural Botany Faculty of Agriculture University of Khartoum Shambat, Sudan	I	1978-1980	251 200
78-0006	Haute-Volta	<i>Striga</i>	Dr Pattanayak Centre international pour la recherche dans les zones tropicales semi-arides (ICRISAT) Unité de recherche sur le sorgho/striga Station de recherche Kamboinse Ouagadougou (Haute-Volta)	I	1979-1981	397 900

Projets de recherche sur le triticales subventionnés par le CRDI

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
Canada et Amérique latine						
*C-71-8102-00	Canada	Recherche sur le triticales (Manitoba)	Doyen Faculté d'agriculture Université du Manitoba Winnipeg, Manitoba (Canada) R3T 2N2	I	1971-1977	575 000
*C-71-8103-01	Canada	Ratatinement du grain (Manitoba)	Doyen Faculté d'agriculture Université du Manitoba Winnipeg, Manitoba (Canada) R3T 2N2	I	1972-1977	50 950
*C-71-8103-03	Canada	Seigle de printemps (Manitoba)	Doyen Faculté d'agriculture Université du Manitoba Winnipeg, Manitoba (Canada) R3T 2N2	I	1974-1977	64 000
*C-71-8103-04	Canada	Triticales d'hiver (Guelph)	Directeur, Département de phytologie Université de Guelph Guelph, Ontario (Canada) N1G 2W1	I	1974-1977	133 000
74-0149	Canada	Triticales (Manitoba)	Dr Ed Larter Professeur Faculté d'agriculture Université du Manitoba Winnipeg, Manitoba (Canada) R3T 2N2	I	1977-1978	121 800

Projets de recherche sur le triticales subventionnés par le CRDI (fin)

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
74-0026 76-0148 77-0081	Canada	Triticale d'hiver (Guelph)	Dr E. Reinbergs Département de phytologie Université de Guelph Guelph, Ontario (Canada) N1G 2W1	I II III	1974-1977 1977-1978 1978-1980	15 000 93 800 210 200
*C-71-8101	Mexique	Recherche sur le triticales	Directeur Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT) Londres 40 Mexico 6, DF	I	1971-1976	2 500 000
73-0012 76-0088	Chili	Triticales	Dr Patricio C. Parodi Chef Département de phytologie Universidad Catolica de Chile Casilla 114-D Santiago (Chile)	I II	1974-1977 1977-1980	91 000 207 200
<u>Afrique</u>						
72-0024 76-0052	Éthiopie	Diffusion du triticales	General Manager Institute of Agricultural Research (IAR) P.O. Box 2003 Addis Ababa, Ethiopia	I II	1972-1976 1976-1979	97 290 176 200

73-0050	Kenya	Triticale	Senior Wheat Research Officer Department of Agriculture Ministry of Agriculture Plant Breeding Station Njoro, Kenya	I	1974-1977	87 000
<u>Moyen-Orient</u>						
74-0142	Liban	Triticale	Directeur Département d'agriculture Université américaine de Beyrouth Beyrouth (Liban)	I	1975-1978	107 000
<u>Asie</u>						
74-0004	Inde	Triticale	Director of Research G.B. Pant University of Agriculture and Technology Pantnager, Distt. Nainital Uttar Pradesh State, India	I	1974-1978	241 785

*Projet subventionné par l'ACDI et administré par le CRDI.

Projets de recherche sur les légumineuses alimentaires et oléagineux subventionnés par le CRDI

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
<u>Amérique latine</u>						
71-0078	Trinidad	Légumineuses à graines	Dr John Spence Department of Biological Sciences University of the West Indies St. Augustine, Trinidad W.I.	I	1972-1975	186 425
74-0160				II	1975-1977	309 500
76-0078	Bolivia	Quinoa	Directeur Instituto Boliviano Tecnológico Agrícola (IBTA) La Paz (Bolivia)	I	1976-1980	315 500
78-0107	Colombie	Introduction du quinoa	Wenceslao Vargas Directeur Instituto de Ciencias y Tecnología de Alimentos Universidad Nacional AA. 14490 Bogota (Colombia)	I	1979-1981	14 800
<u>Afrique</u>						
74-0128-02	Haute-Volta	Légumineuses alimentaires (IITA)	Director-General International Institute of Tropical Agriculture (IITA) Oyo Road P.M.B. 5320 Ibadan, Nigeria	I	1977-1979	177 100

74-0128-03	Haute-Volta	Légumineuses alimentaires	M. J. Kabore Directeur des services agricoles Ministère du développement rural Ouagadougou (Haute-Volta)	I	1977-1979	82 000
77-0092	Niger	Légumineuses alimentaires	Directeur Centre de recherches agronomiques du Niger (CENRAN) Tarna, B.P. 240 Maradi (Niger)	I	1979-1982	153 000
78-0040	Mali	Légumineuses alimentaires	Dr N'golo Traore Institut d'économie rurale Bamako (Mali)	I	1979-1982	212 000
77-0102	Sierra Leone	Légumineuses alimentaires	Dr W.E. Taylor Doyen, Faculté d'agriculture Collège universitaire Njala Université de Sierra Leone (Private Mail bag) Freetown (Sierra Leone)	I	1978-1981	126 000
75-0131	Kenya	Le pois d'Angole	Dr D. Ngugi Department of Crop Science University of Nairobi P.O. Box 30197 Nairobi, Kenya	I	1976-1978	103 000
Moyen-Orient et Afrique du Nord						
73-0010	Liban	Sorghos, mils, légumineuses (ALAD)	Directeur	I	1973-1975	680 300
75-0031			Programme de développement agricole des terres arides (ALAD) B.P. 2379 Beyrouth (Liban)	II	1975-1976	600 000

Projets de recherche sur les légumineuses alimentaires et oléagineux subventionnés par le CRDI *(suite)*

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
74-0138	Syrie	Agriculture des zones sèches (ICARDA)	Executive Director International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) P.O. Box 5466 Aleppo, Syria	I	1976-1977	550 000
74-0119	Syrie	Lutte contre l'orobanche (ICARDA)	Dr F. Basler Weed Control Scientist International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) P.O. Box 5466 Aleppo, Syria	I	1974-1978	48 000
78-0041				II	1978-1981	106 000
8 8 77-0101	Syrie	Légumineuses à graines (ICARDA)	Dr G.C. Hawtin International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) P.O. Box 5466 Aleppo, Syria	I	1978-1980	942 850
73-0033	Algérie	Triticale, légumineuses	M. N. Kadra Institut de développement des grandes cultures B.P. 16, El Harrach Alger (Algérie)	I	1974-1979	182 800
78-0043	Algérie	Légumineuses à graines	M. N. Kadra Institut de développement des grandes cultures B.P. 16, El Harrach Alger (Algérie)	II	1979-1981	197 300

77-0073	Égypte	Amélioration des légumineuses alimentaires	Dr Ali Abdel-Aziz Field Crops Research Institute Agricultural Research Centre Giza, Cairo Egypt	I	1977-1980	243 800
78-0044	Égypte	Oléagineux	Dr Mostafa Serry Director Oil Crops Section Field Crops Research Institute Agricultural Research Centre Giza, Cairo Egypt	I	1978-1981	223 000
75-0112	Égypte	Lutte contre l'orobanche	Dr O. Al-Menoufi Principal Investigator Faculty of Agriculture University of Alexandria Shatby, Alexandria Egypt	I	1977-1980	45 000
77-0060	Soudan	Amélioration des légumineuses alimentaires	Dr Farouk A. Saleh Legume Breeder Hudeiba Research Station Ed Damer, Sudan	I	1977-1980	210 200
73-0143	Israël	Sésame	Prof. Amram Ashri The Levi Eshkol School of Agriculture Rehovot Campus P.O. Box 12 Rehovot, Israël	I	1975-1978	69 700

Projets de recherche sur les légumineuses alimentaires et oléagineux subventionnés par le CRDI (*fin*)

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
78-0048	Turquie	Légumineuses alimentaires	M. Attila Altinay Head of Breeding and Production Department General Directorate of Agricultural Research Ministry of Food, Agriculture and Animal Husbandry P.O. Box 226 Ankara, Turkey	I	1979-1982	255 500
<u>Asie</u>						
73-0013	Inde	Légumineuses à graines (ICRISAT)	Director	I	1973-1975	496 000
74-0161			International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) 1-11-256 Begumpet Hyderabad 500 016, A.P. India	II	1975-1977	998 000
75-0098	Inde	Sésame	Prof S. Kamalanathan Head, Department of Botany Tamil Nadu University Coimbatore, India	I	1978-1981	167 000
75-0032	Inde	Colza	Dr R.P. Paliwal Dean College of Agriculture G.B. Pant University of Agriculture and Technology Pantnagar, Distt. Nainital Uttar Pradesh State, India	I	1978-1981	126 000

75-0097	Inde	Safran	Dr D.P. Motiramani Director Research Services Jawaharlal Nehru Krishi Veshwa-Vidhyalaya Jabalpur, Madhya Pradesh India	I	1978-1981	100 800
75-0114	Inde	Moutarde	Dr Dharampal Singh Director of Research Haryana Agricultural University Hissar, Haryana India	I	1978-1981	270 000
76-0132	Sri Lanka	Amélioration des légumineuses alimentaires	Senior Research Officer Agricultural Research Station Maha Illuppallama Sri Lanka	I	1976-1979	165 000
77-0048	Bangladesh	Légumineuses à graines	Dr Kasi M. Badruddoza Director Bangladesh Agricultural Research Institute (BARI) 87 Pioneer Road Kakrail, Dacca 2 Bangladesh	I	1978-1980	220 000

Projets de recherche sur les tubercules alimentaires subventionnés par le CRDI

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
Amérique latine et Canada						
71-0081	Colombie	Programme de diffusion du CIAT	Directeur général	I	1971-1972	82 000
72-0125			Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Apartado Aéreo 67-13 Cali (Colombie)	II	1973-1976	195 000
74-0162	Colombie	Recherches collectives sur le manioc (Amérique latine)	Directeur général Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Apartado Aéreo 67-13 Cali (Colombie)	I	1976-1980	379 000
73-0146	Brésil	Manioc	Directeur général Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Apartado Aéreo 67-13 Cali (Colombie)	I	1974	28 000
76-0038	Brésil	Manioc : matériel génétique	M. N.M.A. Nassar Departamento de Fitotecnia Universidade Federal de Paraiba 58397 Areia Paraiba, Brazil	I	1977-1980	46 500
71-0079	Trinité	Plantes racines (Antilles)	Dr Lawrence A. Wilson	I	1972-1975	161 430
75-0001			Department of Soil Science University of the West Indies St. Augustine, Trinidad, W.I.	II	1976-1977	156 100

76-0160	Trinité	Cochenille du manioc	Commonwealth Institute of Biological Control (CIBC) Gordon Street Curepe, Trinidad, W.I.	I	1977-1980	56 300
73-0136 75-0026	Trinité	Acariens du manioc	Commonwealth Institute of Biological Control (CIBC) Gordon Street Curepe, Trinidad, W.I.	I II	1974-1976 1976-1979	13 600 48 000
74-0002	Pérou	Manioc	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Apartado Aéreo 67-13 Cali, Colombia	I	1974-1976	35 000
74-0153	Équateur	Manioc	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Apartado Aéreo 67-13 Cali, Colombia	I	1975-1976	5 578
75-0094 76-0120 78-0130	Canada	Microbiologie du manioc (Guelph)	Dr K.F. Gregory Département de microbiologie Université de Guelph Guelph, Ontario (Canada) N1G 2W1	I II III	1976-1977 1977-1979 1979-1980	7 500 102 000 49 900
78-0024	Canada	Manioc : matériel génétique (LRP)	Dr B. Craig Directeur Laboratoire régional des Prairies Conseil national de recherches 110 Gymnasium Road Campus universitaire Saskatoon, Saskatchewan (Canada) S7N 0W9	I	1978-1979	25 000

Projets de recherche sur les tubercules alimentaires subventionnés par le CRDI (suite)

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
*C-8202-10	Canada	Recherche sur la mosaïque du manioc (McGill)	Doyen de l'agriculture Campus du Collège McDonald de l'université McGill Ste-Anne-de-Bellevue, Québec (Canada) H0A 1C0	I	1973-1977	94 234
<u>Afrique</u>						
74-0047	Nigeria	Manioc	Dr A.A. Adegbola Head Department of Animal Science University of Ife Ile-Ife, Nigeria	I	1975-1977	114 100
77-0034				II	1978-1980	169 100
73-0123	Nigeria	Brûlure bactérienne	Director General International Institute of Tropical Agriculture (IITA) Oyo Road P.M.B. 5320 Ibadan, Nigeria	I	1974-1977	180 000
75-0041-02	Cameroun	Tubercules alimentaires (IITA)	Director General International Institute of Tropical Agriculture (IITA) Oyo Road P.M.B. 5320 Ibadan, Nigeria	I	1977-1980	210 700
75-0041-03	Cameroun	Tubercules alimentaires (ONAREST)	Le Directeur Général Organisation nationale de la recherche scientifique et technique du Cameroun (ONAREST) B.P. 1457 Yaoundé (Cameroun)	I	1977-1980	111 500

76-0105	Zanzibar	Manioc	Director of Crop Development Ministry of Agriculture and Lands Zanzibar, Tanzania	I	1977-1980	54 500
<u>Asie</u>						
74-0056	Inde	Manioc	Dr N.P. Hrish Director Central Tuber Crop Research Institute (CTCRI) Trivandrum, 69017 Kerala, India	I	1976-1979	361 000
77-0049	Sri Lanka	Tubercules alimentaires	Dr C.R. Pannabokke Deputy Director of Agricultural Research Department of Agriculture Peradeniya, Sri Lanka	I	1978-1981	173 000
74-0016	Thaïlande	Transformation du manioc	Dr Nguyen Cong Thanh Associate Professor Environmental Engineering Division Asian Institute of Technology (AIT) P.O. Box 2754 Bangkok, Thailand	I	1974-1975	16 800
76-0037				II	1977-1979	57 000
74-0060	Thaïlande	Qualités nutritives du manioc	Dr Sarote Khajarern Department of Animal Science Faculty of Agriculture Khon Kaen University Khon Kaen, Thailand	I	1975-1978	153 300

Projets de recherche sur les tubercules alimentaires subventionnés par le CRDI (fin)

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
74-0046	Malaysia	Manioc (MARDI)	Head, Field Crops Branch Malaysia Agricultural Research and Development Inst. (MARDI) Beg Berkunci No. 202 Pejabat Pos University Pertanian Malaysia Serdang, Selangor W. Malaysia	I	1975-1979	320 000
72-0112	Malaysia	Enrichissement micro-biologique	Dean Faculty of Agriculture University of Malaya Lembah Pantai Kuala Lumpur 22-11, Malaysia	I	1973-1976	99 000
73-0043	Indonésie	Manioc	Dr Seotono, Dean Faculty of Agriculture Universitas Brawijaya Jalan Mayjen Haryono 163 Malang, Indonesia	I	1973-1976	98 000
76-0060				II	1976-1980	328 000
75-0123	Philippines	Recherches collectives sur le manioc (Asie)	Dr J. Cock Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Apartado Aéreo 67-13 Cali, Colombia	I	1976-1979	440 000
74-0074	Philippines	Tubercules alimentaires	Dr M.R. Villanueva Acting Director National Root Crops Research Centre Visayas State College of Agriculture Baybay, Leyte 7127 Philippines	I	1976-1980	302 600

*Projet subventionné par l'ACDI et administré par le CRDI.

Projets de recherche sur les systèmes cultureaux subventionnés par le CRDI

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
Amérique latine et Canada						
71-0005	Colombie	Développement rural (Caqueza)	Instituto Colombiano	I	1971-1973	194 000
72-0124			Agropecuario Apartado Aéreo No. 7984 Bogota, Colombia	II	1973-1977	716 000
76-0152	Colombie	Recherche sur les engrais (IFDC)	Dr Donald L. McCune	I	1977-1979	347 000
78-0088			Managing Director International Fertilizer Development Center (IFDC) P.O. Box 2040 Muscle Shoals, Alabama 35660 U.S.A.	II	1979-1981	390 800
78-0103	Colombie	Système de production continu	Ing. Martin Praeger Fundacion para la Aplicacion y la Ensenanza de las Ciencias (FUNDAEC) Apartado Aéreo 6555 Cali, Colombia	I	1979-1981	49 500
77-0086	Honduras	Systèmes cultureaux (CATIE)	Dr Hector Munoz Director of Research Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica	I	1978-1980	131 100
77-0085	Nicaragua	Systèmes cultureaux (CATIE)	Dr Jorge Soria Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza (CATIE) Apartado 74 Turrialba, Costa Rica	I	1978-1980	132 900

Projets de recherche sur les systèmes cultureux subventionnés par le CRDI *(suite)*

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
77-0074	Sainte-Lucie	Système cultureux (WINBAN)	Dr J. Edmunds Windward Islands Banana Growers' Association (WINBAN) P.O. Box 115 Castries, St. Lucia, W.I.	I	1978-1981	210 000
73-0063	Canada	Réactions entre plantes (UCB)	Département de phytologie Université de la Colombie-Britannique Vancouver, C.B. (Canada) V6S 2L2	I	1976-1978	24 500
<u>Afrique</u>						
77-0058	Mali	Systèmes d'exploitation agricole	Directeur Institut d'économie rurale Ministère du développement rural Bamako (Mali)	I	1979-1982	488 000
77-0050	Togo	Systèmes cultureux	M. M. Amegee Directeur École supérieure d'agronomie Université du Bénin, Rectorat B.P. 1515 Lomé (Togo)	I	1978-1980	53 400
78-0039	Cameroun	Banane plantain	Dr S.N. Lyonga Institut de recherches agricoles et forestières Njombe (Cameroun)	I	1979-1982	162 000

73-0145 78-0047	Sénégal	Recherche en riziculture (ADRAO)	M. H. Van Brandt a/s Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO) B.P. 29 Richard Toll (Sénégal)	I 1976-1978 II 1978-1981	410 000 679 000
72-0025 74-0087	Tanzanie	Culture intercalaire	Prof. A.P. Uriyo Acting Dean Faculty of Agriculture, Forestry and Veterinary Sciences University of Dar es Salaam P.O. Box 643 Morogoro, Tanzania	I 1972-1975 II 1975-1979	120 570 597 000
75-0122	Kenya	Rotation des cultures	Dean Faculty of Agriculture University of Nairobi P.O. Box 30197 Nairobi, Kenya	I 1976-1980	87 400
<u>Moyen-Orient et Afrique du Nord</u>					
76-0127	Syrie	Intensification des cultures	Ministry of Agriculture and Agrarian Reform P.O. Box 5305 Damascus, Syria	I 1977-1980	242 000
77-0017	Égypte	Efficacité des engrais	Dr Fathy M. Amer Department of Soil and Water Science Faculty of Agriculture University of Alexandria Shatby, Alexandria Egypt	I 1977-1980	191 000

Projets de recherche sur les systèmes cultureaux subventionnés par le CRDI (*fin*)

N° du projet	Pays	Titre	Nom et adresse du directeur du projet	Phase	Durée	Subvention (\$ CAN)
<u>Asie</u>						
74-0053	Philippines	Systèmes cultureaux (IRRI)	Dr H. Zandstra International Rice Research Institute (IRRI) P.O. Box 933 Manila, Philippines	I	1974-1976	1 303 760
76-0087				II	1976-1979	1 398 300
71-0107	Philippines	Polyculture (IRRI)	International Rice Research Institute (IRRI) P.O. Box 933 Manila, Philippines	I	1972-1974	278 353
73-0014				II	1974-1976	452 200
75-0086	Philippines	Polyculture (UPLB)	Head Department of Agronomy University of the Philippines at Los Banos College, Laguna Philippines	I	1975-1977	174 000
74-0054	Philippines	Sélection variétale	Head Department of Agronomy University of the Philippines at Los Banos College, Laguna Philippines	I	1974-1978	288 000
78-0045				II	1979-1982	230 900

78-0095	Philippines	Extension des systèmes culturaux (IRRI)	Head Cropping Systems Program International Rice Research Institute (IRRI) P.O. Box 933 Manila, Philippines	I	1979-1982	619 000
74-0019	Bangladesh	Systèmes culturaux	Dr Zahidul Haque	I	1974-1978	418 200
78-0064			Bangladesh Rice Research Institute (BRRI) Joydepur, Bangladesh	II	1979-1982	397 000
75-0107	Sri Lanka	Systèmes culturaux	Director of Agriculture (Research)	I	1976-1978	201 000
78-0050			Maha Illupallama Dryland Research Station Peradeniya, Sri Lanka	II	1979-1982	195 000
76-0083	Thaïlande	Systèmes culturaux	Dr Apiphan Pookpakdi	I	1976-1978	318 800
78-0049			Kasetsart University Rice Division Ministry of Agriculture and Cooperatives (MOAC) Bangkok 9, Thailand	II	1979-1982	587 700
72-0006	Thaïlande	Polyculture	Dr Banjerd Boonsue Project Director Office of Extension and Training Kasetsart University Bangkok 9, Thailand	I	1973-1977	208 300
74-0157	Indonésie	Systèmes culturaux	Dr Suryatna Effendi	I	1975-1977	230 250
77-0010			Project Leader Central Research Institute for Agriculture Bogor, Indonesia	II	1977-1980	285 400

